

Redes Móveis e Sem Fio

Cenário:

- # de assinantes de telefones móveis (sem fio) em muitos lugares excede o número de assinantes de telefones fixos (com fio)
- Redes de computadores: *laptops, palmtops, PDAs*, telefones habilitados para a Internet -> acesso a qualquer hora de qualquer lugar à Internet
- Dois desafios importantes (e diferentes)
 - Comunicação através de enlaces sem fio
 - Atender a usuários móveis que mudam o ponto de ligação com a rede

Redes Móveis e Sem Fio 6-1

Capítulo 6 - Redes Móveis e Sem Fio

6.1 Introdução

Sem fio (*Wireless*)

- 6.2 Enlaces sem fio e características da rede
 - CDMA
- 6.3 LANs sem fio IEEE 802.11 ("wi-fi")
- 6.4 Acesso à Internet por Celular
 - arquitetura
 - padrões (e.x., GSM)

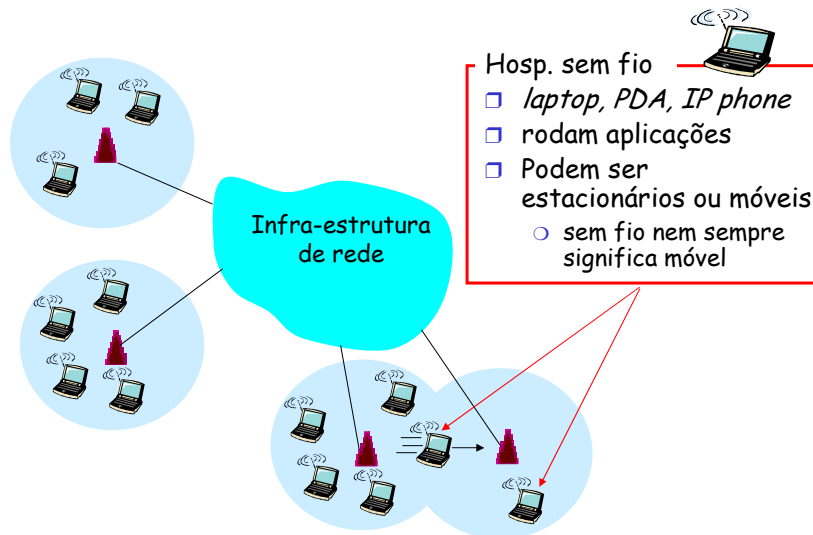
Mobilidade

- 6.5 Princípios: endereçamento e roteamento para usuários móveis
- 6.6 IP Móvel
- 6.7 Mobilidade em redes celulares
- 6.8 Mobilidade e protocolos das camadas superiores

6.9 Resumo

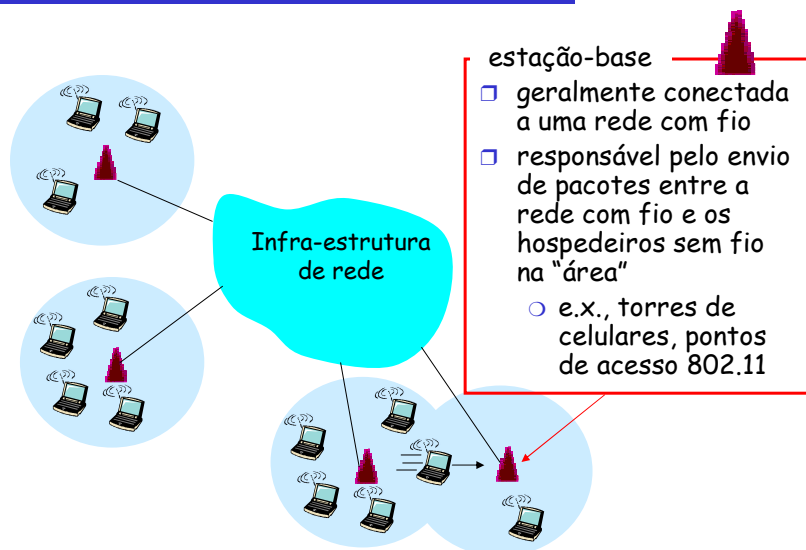
Redes Móveis e Sem Fio 6-2

Elementos de uma rede sem fio



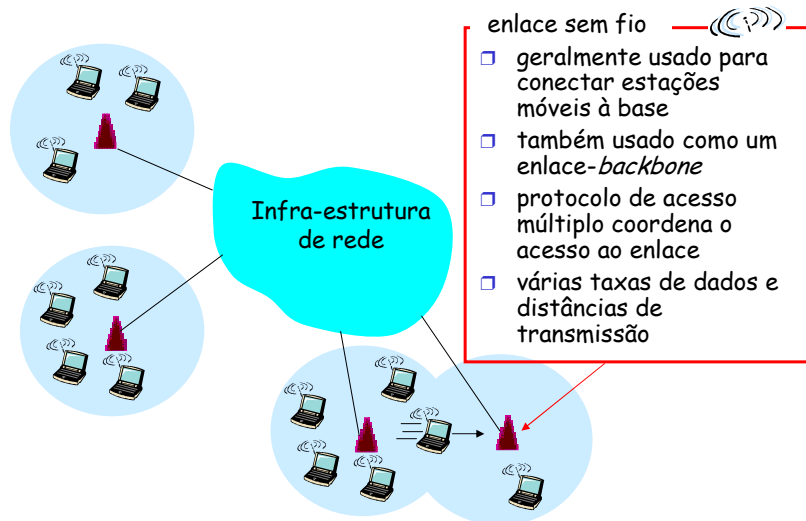
Redes Móveis e Sem Fio 6-3

Elementos de uma rede sem fio



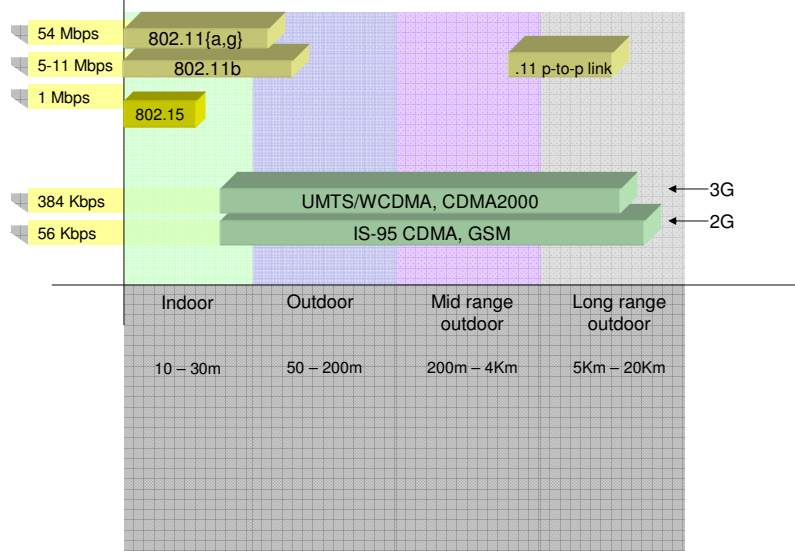
Redes Móveis e Sem Fio 6-4

Elementos de uma rede sem fio



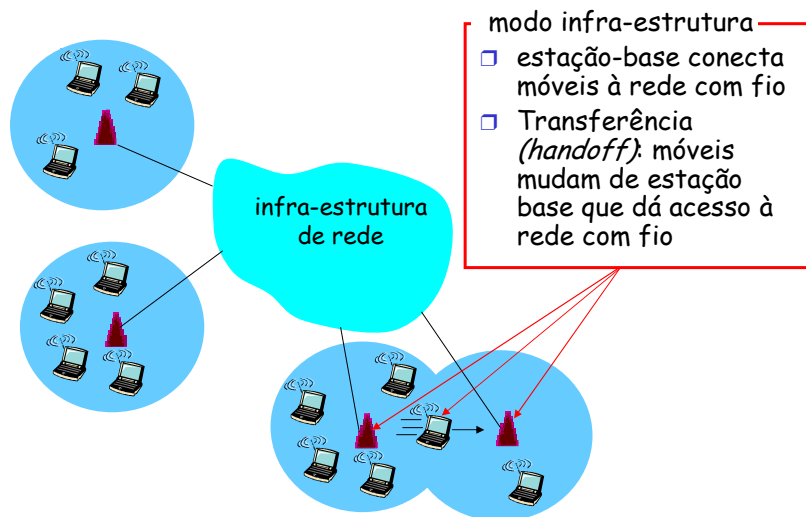
Redes Móveis e Sem Fio 6-5

Características de alguns padrões de enlaces sem fio



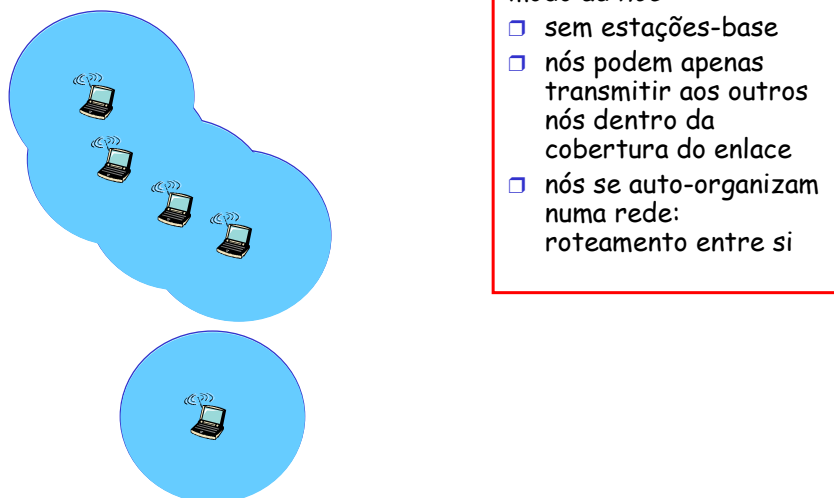
Redes Móveis e Sem Fio 6-6

Elementos de uma rede sem fio



Redes Móveis e Sem Fio 6-7

Elementos de uma rede sem fio



Redes Móveis e Sem Fio 6-8

Capítulo 6

6.1 Introdução

Sem fio (*Wireless*)

- 6.2 Enlaces sem fio e características da rede
 - CDMA
- 6.3 LANs sem fio IEEE 802.11 ("wi-fi")
- 6.4 Acesso à Internet por Celular
 - arquitetura
 - padrões (e.x., GSM)

Mobilidade

- 6.5 Princípios: endereçamento e roteamento para usuários móveis
- 6.6 IP Móvel
- 6.7 Mobilidade em redes celulares
- 6.8 Mobilidade e protocolos das camadas superiores

6.9 Resumo

Redes Móveis e Sem Fio 6-9

Características de enlaces sem fio

Diferenças com relação a enlaces com fio...

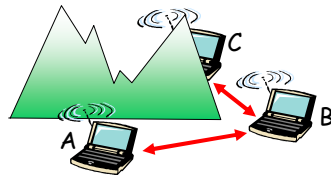
- **redução da força do sinal:** sinais de rádio são atenuados à medida que se propagam através da matéria
- **interferência de outras fontes:** frequências padronizadas para redes sem fio (e.x., 2.4 GHz) compartilhadas por outros dispositivos (e.x., telefones); dispositivos (motores, fornos de microondas) também interferem
- **propagação por vários caminhos (*multipath propagation*):** componentes de sinais de rádio refletem-se em objetos e na terra, chegando ao destino em instantes ligeiramente diferentes

.... tornam a comunicação entre enlaces sem fio (mesmo ponto-a-ponto) muito mais "difícil"

Redes Móveis e Sem Fio 6-10

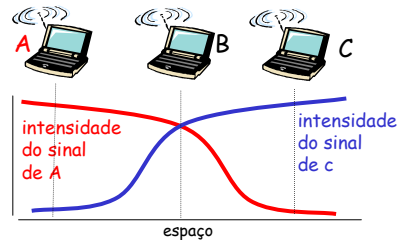
Características de redes sem fio

Vários emissores e receptores sem fio criam problemas adicionais (além do acesso múltiplo):



Terminal oculto:

- B, A ouvem-se
 - B, C ouvem-se
 - A, C não se ouvem
- A e C não percebem que interferem em B



Atenuação do sinal:

- B, A ouvem-se
- B, C ouvem-se
- A, C não podem ouvir uma à outra interferindo em B

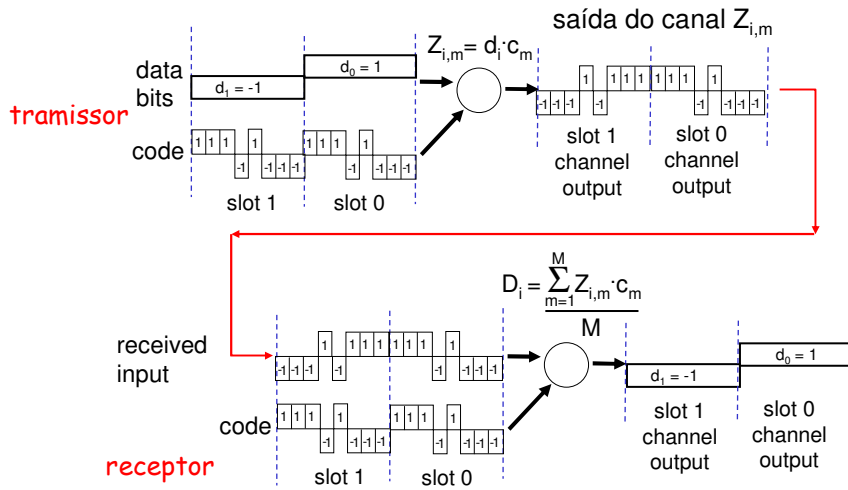
Redes Móveis e Sem Fio 6-11

Code Division Multiple Access (CDMA)

- usado em vários padrões para canais sem fio de banda larga (celular, satélite etc)
- um "código" único é associado a cada usuário: i.e., partição do conjunto de códigos
- todos os usuários compartilham a mesma frequência, mas cada usuário tem o seu código ("chipping sequence") para codificar os dados.
- sinal codificado** = (dados originais) X (seqüência de chipping)
- decodificação**: produto interno do sinal codificado e da seqüência de codificação ("chipping sequence")
- permite que vários usuários coexistam e transmitam simultaneamente com interferência mínima
 - ... se os códigos forem ortogonais"
(ie, o produto interno entre elas deve ser igual a 0)

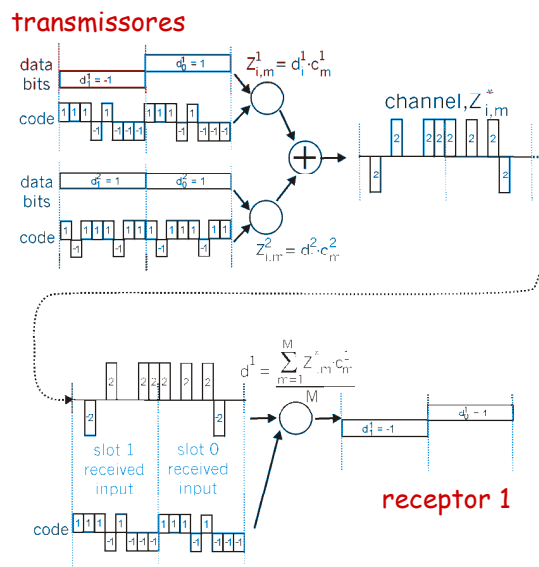
Redes Móveis e Sem Fio 6-12

CDMA: Codificação e Decodificação



Redes Móveis e Sem Fio 6-13

CDMA: interferência entre dois transmissores



Redes Móveis e Sem Fio 6-14

Capítulo 6

6.1 Introdução

Sem fio (Wireless)

- 6.2 Enlaces sem fio e características da rede
 - CDMA
- 6.3 LANs sem fio IEEE 802.11 ("wi-fi")
- 6.4 Acesso à Internet por Celular
 - arquitetura
 - padrões (e.x., GSM)

Mobilidade

- 6.5 Princípios: endereçamento e roteamento para usuários móveis
- 6.6 IP Móvel
- 6.7 Mobilidade em redes celulares
- 6.8 Mobilidade e protocolos das camadas superiores

6.9 Resumo

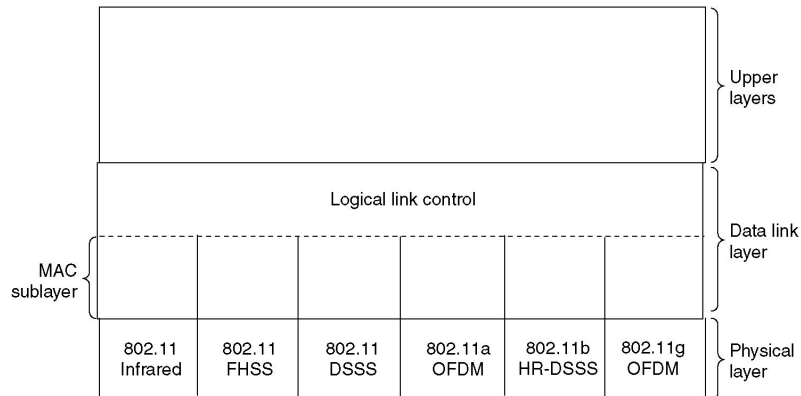
Redes Móveis e Sem Fio 6-15

LANs sem fio IEEE 802.11

- 802.11b
 - Faixa não licenciada de 2.4-5 GHz
 - Até 11 Mbps
- 802.11a
 - 5-6 GHz
 - Até 54 Mbps
- 802.11g
 - 2.4-5 GHz
 - até 54 Mbps
- Todas usam CSMA/CA para acesso múltiplo
- Todas têm versões com estações-base e redes *ad-hoc*

Redes Móveis e Sem Fio 6-16

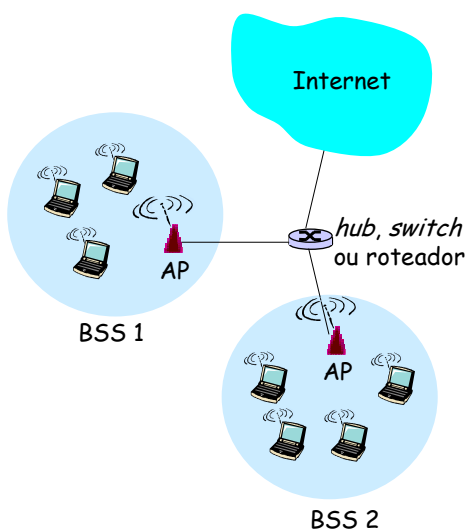
Parte da pilha de protocolos 802.11



Fonte: Tanenbaum (2004)

Redes Móveis e Sem Fio 6-17

802.11: arquitetura



- Hosp. sem fio comunicam-se com a estação-base
 - estação-base = *access point (AP)*
- *Basic Service Set (BSS)* ("celula")
 - modo infra-estrutura:
 - Hosp. sem fio
 - *access point (AP)*
 - Modo *ad hoc*:
 - apenas hospedeiros

Redes Móveis e Sem Fio 6-18

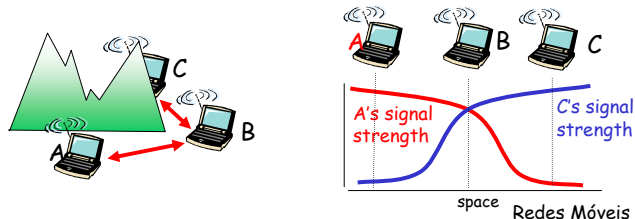
802.11: Canais, associação

- 802.11b: espectro de 2.4GHz-2.485GHz dividido em 11 canais parcialmente sobrepostos
 - Adm. do AP escolhe SSID (*Service Set Identifier*)
 - Adm. do AP escolhe a frequência (canal) para o AP
 - Não sobrepostos se separados por 4 ou mais canais
 - 1, 6 e 11 não sobrepostos
 - Interferência possível: canal pode ser o mesmo escolhido por um AP vizinho!
- Hosp.: deve se *associar* a um AP
 - Vasculha os canais, procurando *beacon frames* (quadros de sinalização) contendo o id (SSID) e end. MAC da AP
 - Seleciona uma AP para se associar
 - Pode fazer autenticação [Cap. 8]
 - Geralmente irá rodar o DHCP para obter um IP na sub-rede do AP

Redes Móveis e Sem Fio 6-19

IEEE 802.11: acesso múltiplo

- Evita colisões: 2+ nós transmitindo ao mesmo tempo
- 802.11: CSMA - escuta antes de transmitir
- 802.11: **não** há detecção de colisão!
 - Caro construir adaptadores capazes de transmitir e receber simultaneamente
 - sinal recebido muito mais fraco que o transmitido
 - Nem sempre é possível detectar as colisões:
 - terminal oculto
 - desvanecimento do sinal (*fading*)
 - objetivo: *evitar colisões*: CSMA/C(ollision)A(voidance)



Redes Móveis e Sem Fio 6-20

IEEE 802.11: CSMA

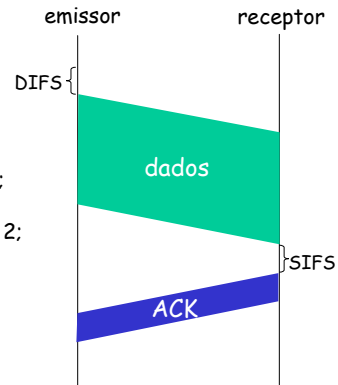
- Canais sem fio têm taxas elevadas de erros: ARQ (Automatic Repeat-request.)

Emissor 802.11

- se canal desocupado por DIFS então transmitir quadro completo (sem CD)
se canal ocupado então
- iniciar tempo de *backoff* aleatório (decrementar o temporizador enquanto o canal estiver desocupado ;congelar quando ocupado);
transmitir quando o temporizador expirar;
se receber ACK e tiver mais a enviar voltar para 2;
se não receber ACK, aumentar o intervalo de *backoff* aleatório; voltar para 2;

Receptor 802.11

- se quadro recebido OK retornar ACK depois de SIFS



Redes Móveis e Sem Fio 6-21

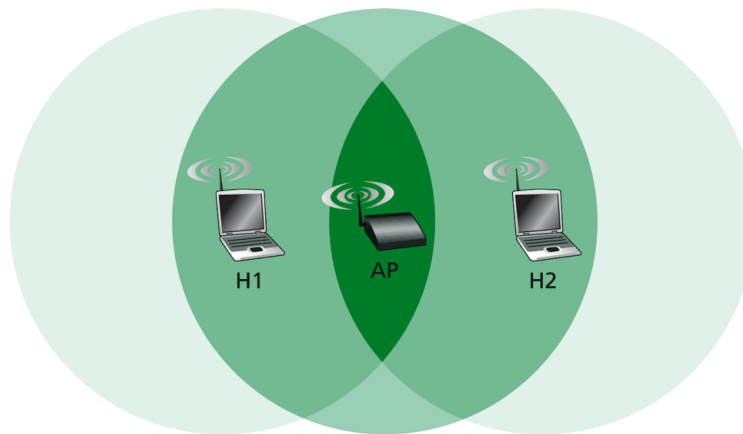


Figure 6.9 ♦ Hidden terminal example: H1 is hidden from H2, and vice versa

Redes Móveis e Sem Fio 6-22

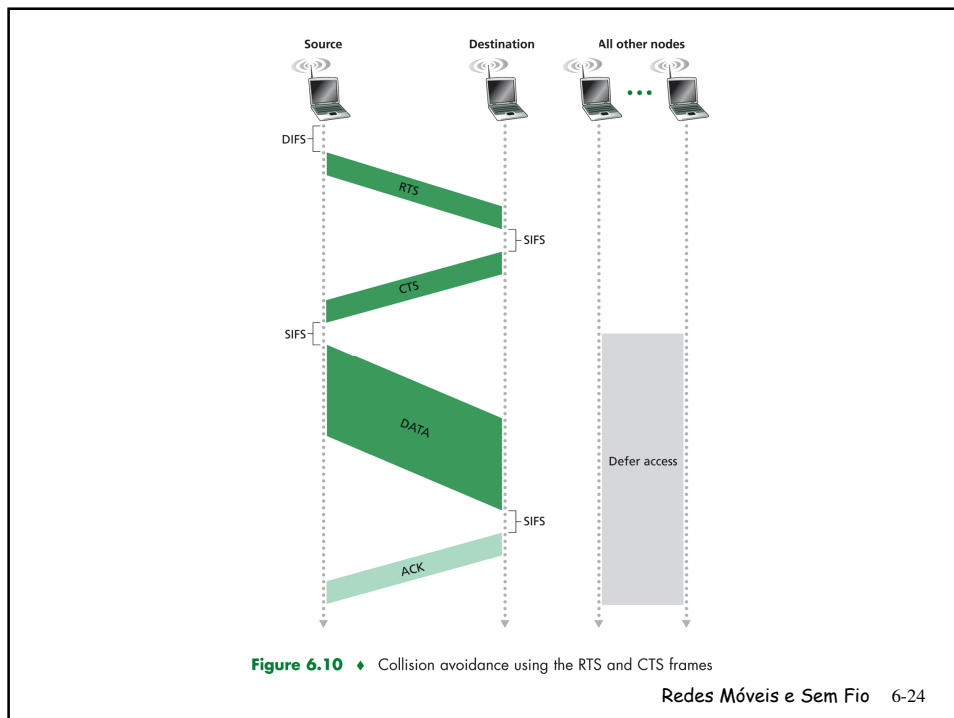
CSMA/CA: Evitando colisões (opcional)

idéia: permitir que o emissor "reserve" o canal, evitando a colisão de quadros longos de dados (não há CD)

- ❑ emissor envia um quadro pequeno com uma requisição para enviar (*request-to-send* - RTS) usando CSMA
 - RTSs podem colidir (mas eles são pequenos)
 - ❑ Destinatário/AP difunde uma autorização para enviar (*clear-to-send* - CTS) em resposta ao RTS
 - ❑ RTS recebido por todos os nós
 - ❑ Emissor envia quadro de dados
 - ❑ Todas as demais estação adiam as suas transmissões
-
- ❑ Atenua o problema do terminal oculto

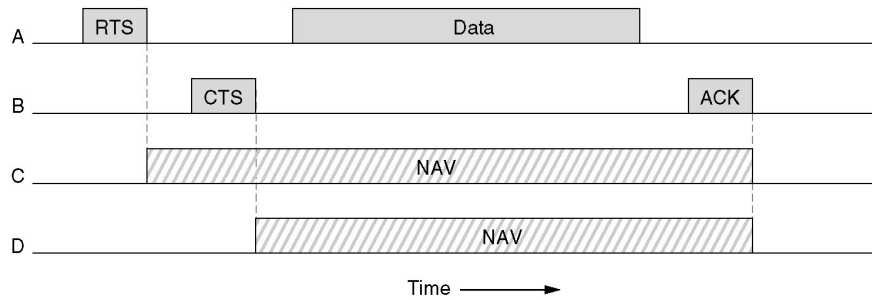
Evita colisões de quadros de dados usando pequenos pacotes de reserva!

Redes Móveis e Sem Fio 6-23



Redes Móveis e Sem Fio 6-24

The 802.11 MAC - CSMA/CA

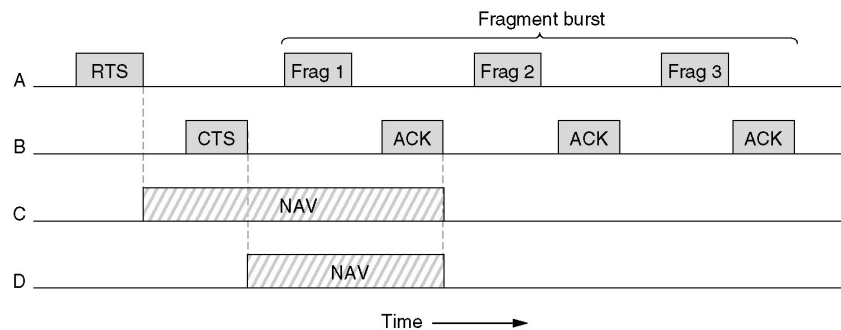


Fonte: Tanenbaum (2003)

Redes Móveis e Sem Fio 6-25

The 802.11 MAC

- a probabilidade de erro de transmissão aumenta com o tamanho do quadro
 - Rajada de fragmentos



Fonte: Tanenbaum (2003)

Redes Móveis e Sem Fio 6-26

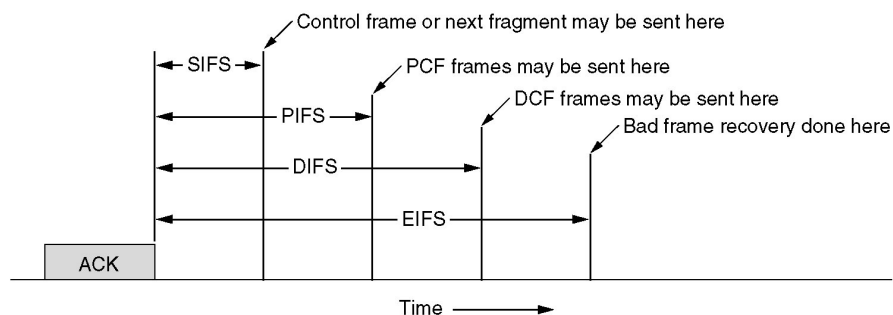
802.11 modos de operação

- **DCF** (*Distributed Coordination Function*), não usa nenhum tipo de controle central (nesse sentido é similar ao Ethernet).
 - CSMA/CA
- **PCF** (*Point Coordination Function*)
 - Estação base consulta as demais estações para saber se elas têm quadros para enviar (*beacon frames*)
 - Não há colisões
- Todas as implementações devem suportar DCF mas PCF é opcional
- PCF e DCF podem coexistir em uma célula

Redes Móveis e Sem Fio 6-27

802.11: Espaçamento entre Quadros

PCF e DCF podem coexistir em uma célula



Fonte: Tanenbaum (2003)

Redes Móveis e Sem Fio 6-28

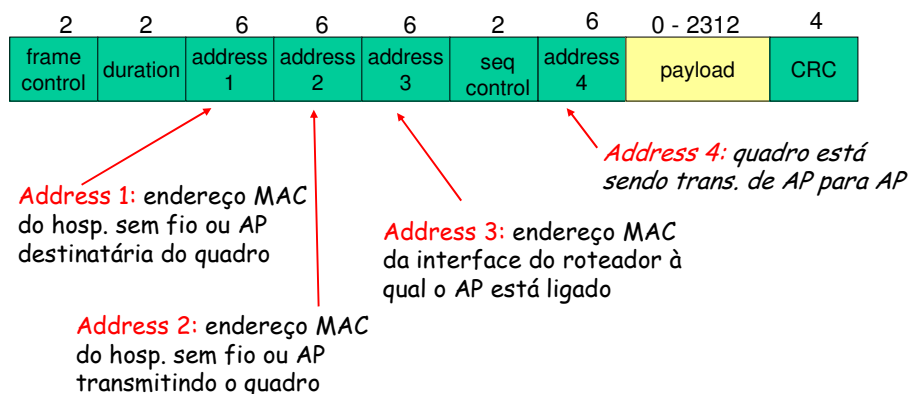
802.11: Espaçamento entre Quadros

- **SIFS** (*Short InterFrame Spacing*): permite que as partes de um diálogo a chance de transmitir primeiro
 - Permite ao receptor enviar CTS ou ACK
 - Permite ao emissor de uma rajada de fragmentos transmitir o próximo fragmento sem ter que enviar um RTS novamente
- Se passar um **PIFS** (*PCF InterFrame Spacing*), a estação base pode enviar um quadro de sinalização (*beacon frame*) ou de consulta
- Se passar um **DIFS** (*DCF InterFrame Spacing*), qualquer estação pode tentar adquirir o canal para enviar um novo quadro.
- **EIFS** (*Extended InterFrame Spacing*), é usada por uma estação que acabou de receber um quadro com problemas ou desconhecido para relator o ocorrido

Fonte: Tanenbaum (2003)

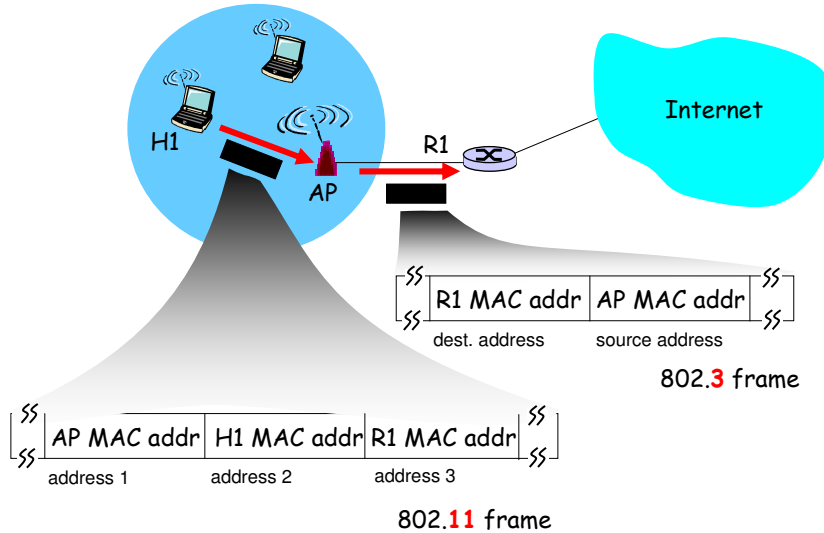
Redes Móveis e Sem Fio 6-29

Quadro 802.11: endereçamento



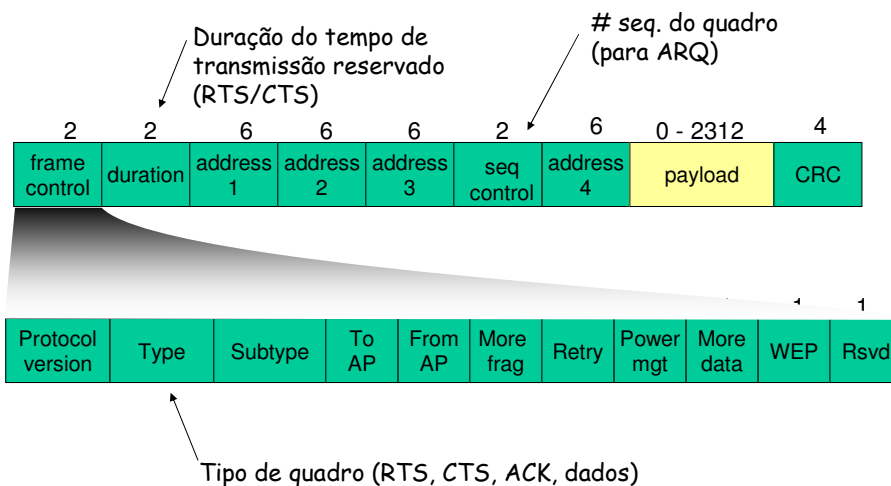
Redes Móveis e Sem Fio 6-30

Quadro 802.11: endereçamento



Redes Móveis e Sem Fio 6-31

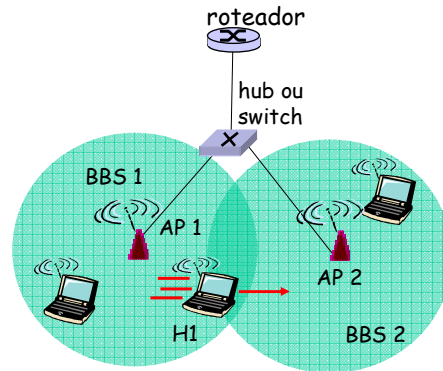
Quadro 802.11: ...



Redes Móveis e Sem Fio 6-32

802.11: mobilidade dentro da mesma sub-rede

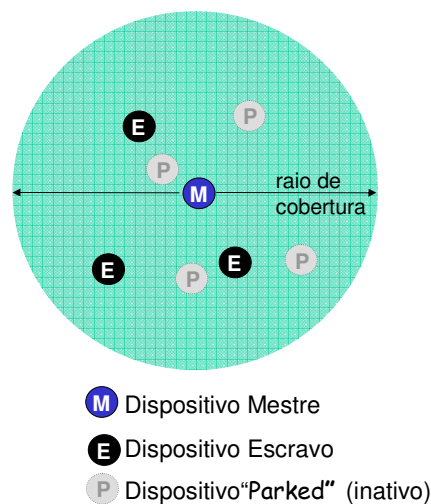
- H1 permanece na mesma sub-rede IP: end. IP pode permanecer o mesmo
- *switch*: que AP está associado a H1?
 - Auto-aprendizado (Cap. 5): o computador receberá um quadro de H1 e "lembrará" que porta pode ser usada para chegar a ele



Redes Móveis e Sem Fio 6-33

802.15: personal area network

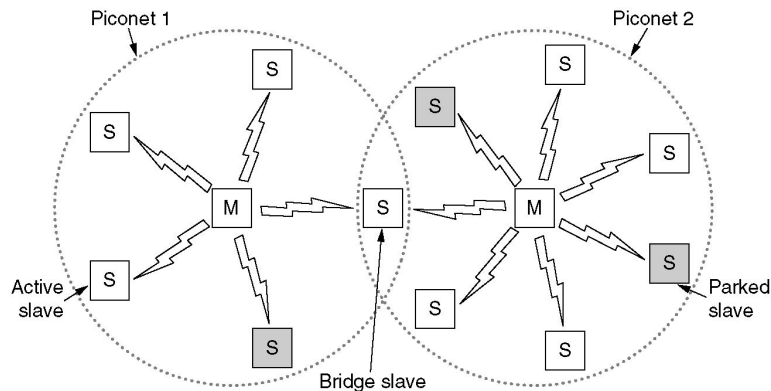
- Menos de 10 m de diâmetro
- Substituta para cabos (mouse, teclado, fones de ouvido)
- *ad hoc*: sem infra-estrutura
- Picocelulas com até 8 estações ativas
- Mestre/escravos:
- 802.15: evoluiu a partir da especificação Bluetooth
 - Faixa de de 2.4-2.5 GHz
 - Até 721 kbps



Redes Móveis e Sem Fio 6-34

Bluetooth

- *piconets* podem ser conectadas para formar uma *scatternet*.



Fonte: Tanenbaum (2003)

Redes Móveis e Sem Fio 6-35

Capítulo 6

6.1 Introdução

Sem fio (Wireless)

- 6.2 Enlaces sem fio e características da rede
 - CDMA
- 6.3 LANs sem fio IEEE 802.11 ("wi-fi")
- 6.4 **Acesso à Internet por Celular**
 - arquitetura
 - padrões (e.x., GSM)

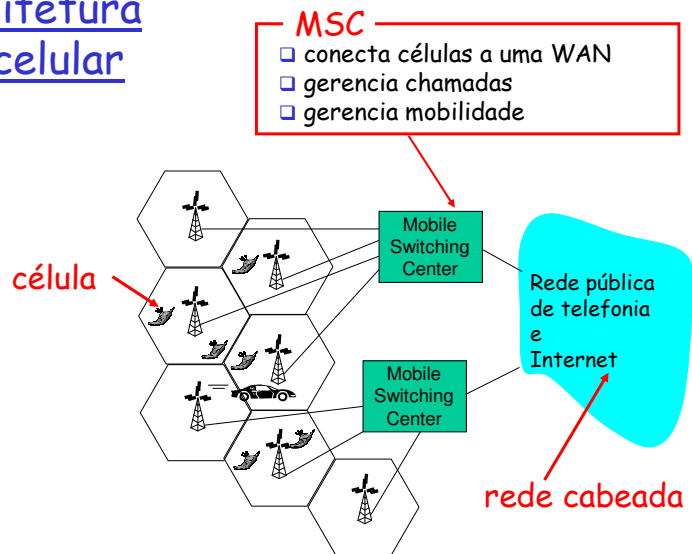
Mobilidade

- 6.5 Princípios: endereçamento e roteamento para usuários móveis
- 6.6 IP Móvel
- 6.7 Mobilidade em redes celulares
- 6.8 Mobilidade e protocolos das camadas superiores

6.9 Resumo

Redes Móveis e Sem Fio 6-36

Componentes de uma arquitetura de rede celular



Redes Móveis e Sem Fio 6-37

Redes celulares: o primeiro salto

Técnicas para compartilhar o espectro móvel-Estação Base (BS)

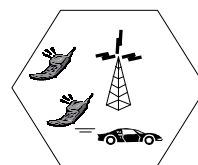
□ **FDMA/TDMA:**

- espectro dividido em canais
- canais divididos em compartimentos de tempo

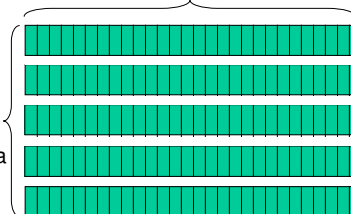
□ **CDMA**

(*code division multiple access*)

bandas de frequência



comp. tempo



Redes Móveis e Sem Fio 6-38

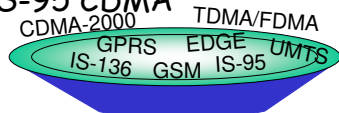
Padrões para celular: visão geral

1G: analógicos (FDMA), voz

2G: digitais, voz

- IS-136 TDMA: combina FDMA/TDMA (américa do norte)
- GSM (*global system for mobile communications*): combina FDMA/TDMA
 - implantação mais ampla
 - Bandas de 200 kHz, divididas em oito "chamadas" TDM

□ IS-95 CDMA



Não se afogue no prato de sopa de letrinhas:
use este material apenas para referência

Redes Móveis e Sem Fio 6-39

Padrões para celular: visão geral

2.5 G: voz e canais de dados

- Para usuários que não podem esperar pelo serviço 3G: extensões do 2G
- *general packet radio service (GPRS)*
 - Evoluiu do GSM
 - é fornecido por uma rede GSM subjacente
 - Usa comutação de circuitos para voz e dados (40 a 60 kbps)
 - Dados podem usar mais de um compartimento de tempo de um canal (diferentemente do GSM)
- *enhanced data rates for global evolution (EDGE)*
 - Tb. evoluiu do GSM, com esquema de modulação aprimorado
 - Taxas de dados de até 384 kbps
- **CDMA-2000** (fase 1)
 - Taxas de dados de até 144,4 kbps
 - Evoluiu do IS-95

Redes Móveis e Sem Fio 6-40

Padrões para celular: visão geral

3G: voz/dados

- 144 kpbs
 - áreas rurais, a mais de 120 Km/h
- 384 kbps
 - áreas urbanas, a menos de 120 Km/h
- 2 Mbps
 - ambientes internos e externos próximos, a menos de 10 Km/h

Padrões (competindo)

- *Universal Mobile Telecommunications Service (UMTS)*
 - Evolução do GSM, mas usando CDMA
- CDMA-2000
 - Evolução do CDMA-IS95

Redes Móveis e Sem Fio 6-41

Capítulo 6

6.1 Introdução

Sem fio (Wireless)

- 6.2 Enlaces sem fio e características da rede
 - CDMA
- 6.3 LANs sem fio IEEE 802.11 ("wi-fi")
- 6.4 Acesso à Internet por Celular
 - arquitetura
 - padrões (e.x., GSM)

Mobilidade

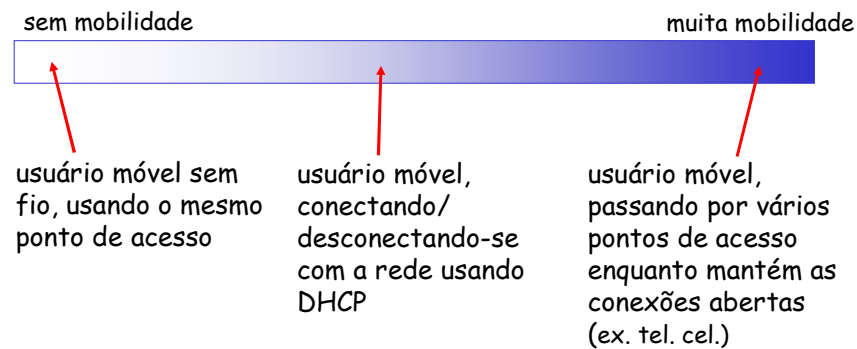
- 6.5 Princípios: endereçamento e roteamento para usuários móveis
- 6.6 IP Móvel
- 6.7 Mobilidade em redes celulares
- 6.8 Mobilidade e protocolos das camadas superiores

6.9 Resumo

Redes Móveis e Sem Fio 6-42

O que é mobilidade?

- Mobilidade sob a perspectiva da *camada de rede*:



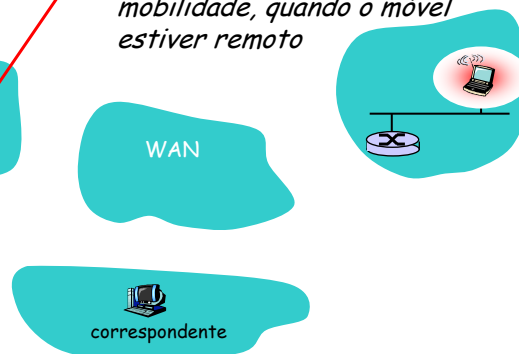
Redes Móveis e Sem Fio 6-43

Mobilidade: Vocabulário

Rede nativa (home network): "residência" permanente do nó móvel (ex., 128.119.40/24)

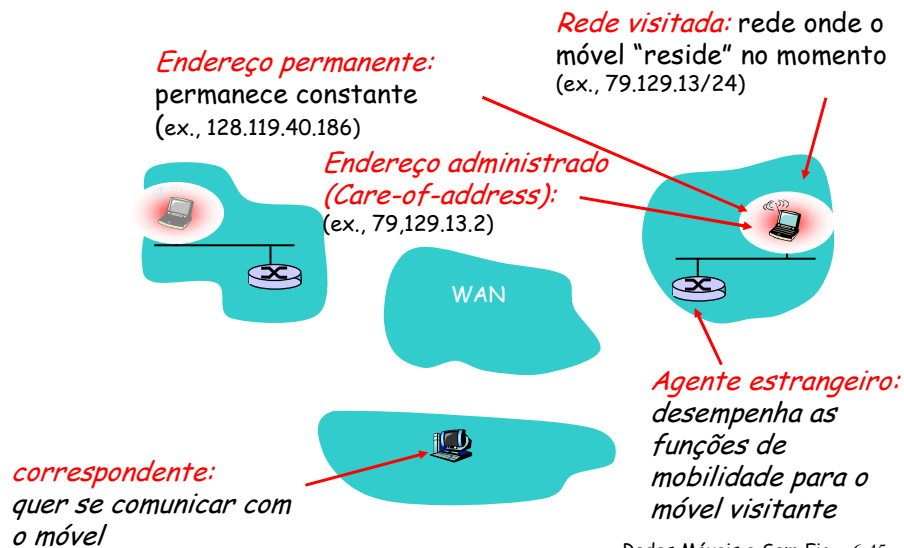
Agente nativo (home agent): entidade que executará as funções relacionadas à mobilidade, quando o móvel estiver remoto

Endereço permanente: sempre pode ser usado para chegar ao nó móvel
ex., 128.119.40.186



Redes Móveis e Sem Fio 6-44

Mobilidade: Vocabulário



Como contatar uma amiga "móvel":

- Procurar em todas as listas telefônicas?
- Ligar para os pais?
- Esperar que ela lhe diga onde está?



Mobilidade: abordagens

- *Tratada pelo roteamento:* roteadores anunciam endereços permanentes dos nós móveis através da usual troca de tabelas de roteamento.
 - Tabelas de roteamento indicam onde as estações móveis estão localizadas.
 - Não requer mudanças significativas na infra-estrutura de rede e nos sistemas finais
- *Tratada pelos sistemas finais.*
 - *Roteamento indireto:* comunicação entre um correspondente e o nó móvel é repassada ao nó remoto através de um agente nativo (*home agent*)
 - *Roteamento direto:* o correspondente obtém o endereço remoto do móvel e comunica-se diretamente com ele

Redes Móveis e Sem Fio 6-47

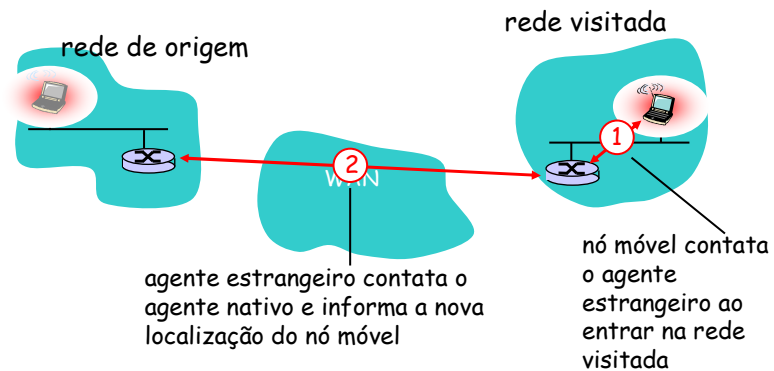
Mobilidade: abordagens

- *Tratada pelo roteamento:* roteadores anunciam endereços permanentes dos nós móveis através da usual troca de tabelas de roteamento.
 - Tabelas de roteamento indicam onde as estações móveis estão localizadas.
 - Não requer mudanças significativas na infra-estrutura de rede e nos sistemas finais
- *Tratada pelos sistemas finais.*
 - *Roteamento indireto:* comunicação entre um correspondente e o nó móvel e repassada ao nó remoto através de um agente nativo (*home agent*)
 - *Roteamento direto:* o correspondente obtém o endereço remoto do móvel e comunica-se diretamente com ele

Redes Móveis e Sem Fio 6-48

Não
escalável para
milhões de
móveis

Mobilidade: registro

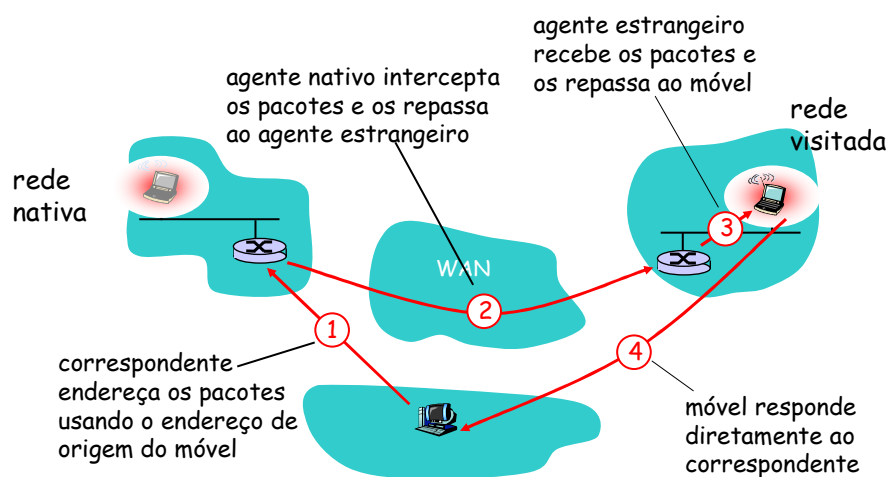


Resultado:

- ☐ Agente estrangeiro sabe da existência do móvel
- ☐ Agente nativo sabe da localização do móvel

Redes Móveis e Sem Fio 6-49

Mobilidade via Roteamento Indireto



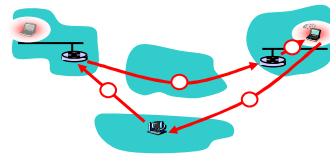
Redes Móveis e Sem Fio 6-50

Roteamento Indireto: comentários

- O nó móvel usa dois endereços:
 - **permanente** : usado pelo correspondente (localização do móvel é **transparente** ao correspondente)
 - **administrado** (*care-of-address - COA*): usado pelo agente nativo para repassar datagramas ao móvel
- As funções do agente estrangeiro podem ser feitas pelo próprio nó móvel

Roteamento em triângulo:

- correspondente-
rede_de_origem-móvel
- ineficiente quando o correspondente e o móvel estão na mesma rede



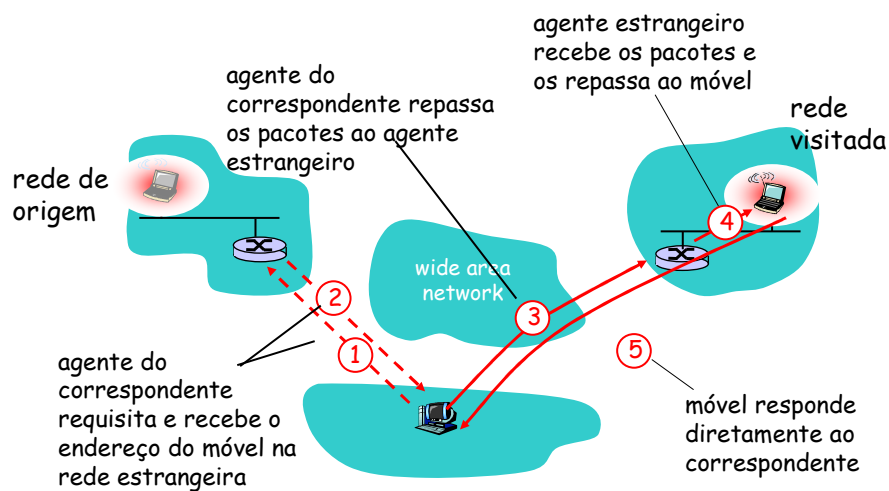
Redes Móveis e Sem Fio 6-51

Roteamento Indireto: mudando de rede

- O usuário móvel desloca-se para outra rede
 - Registro no agente estrangeiro
 - Novo agente estrangeiro registra-se com o agente nativo
 - Agente nativo atualiza o endereço-administrado do móvel
 - Pacotes continuam a ser repassados para o móvel através do novo endereço-administrado
- Mobilidade, mudança de rede estrangeira transparente: **conexões em curso podem ser mantidas!**
 - Alguns datagramas podem ser perdidos, mas isso é aceitável em redes de datagramas não confiáveis

Redes Móveis e Sem Fio 6-52

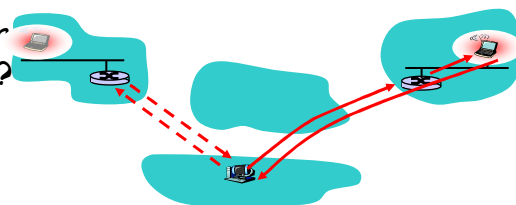
Mobilidade via Roteamento Direto



Redes Móveis e Sem Fio 6-53

Mobilidade via Roteamento Direto : comentários

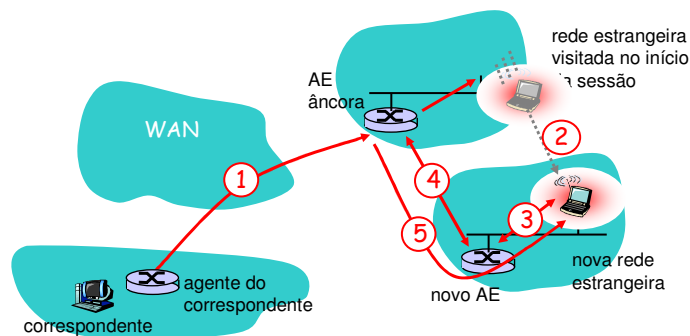
- Resolve o problema do roteamento em triângulo
- **Não é transparente ao correspondente:** correspondente (ou seu agente) deve contatar o agente nativo para obter o COA
 - O que acontece se o móvel mudar de rede visitada?



Redes Móveis e Sem Fio 6-54

Roteamento direto: mudança de rede

- Agente estrangeiro (AE) âncora : AE na primeira rede visitada
- Dados sempre são roteados primeiro para o AE âncora
- Quando o móvel se desloca: o novo AE informa ao AE âncora o novo COA do móvel (encadeamento)



Redes Móveis e Sem Fio 6-55

Capítulo 6

6.1 Introdução

Sem fio (Wireless)

- 6.2 Enlaces sem fio e características da rede
 - CDMA
- 6.3 LANs sem fio IEEE 802.11 ("wi-fi")
- 6.4 Acesso à Internet por Celular
 - arquitetura
 - padrões (e.x., GSM)

Mobilidade

- 6.5 Princípios: endereçamento e roteamento para usuários móveis
- 6.6 IP Móvel
- 6.7 Mobilidade em redes celulares
- 6.8 Mobilidade e protocolos das camadas superiores

6.9 Resumo

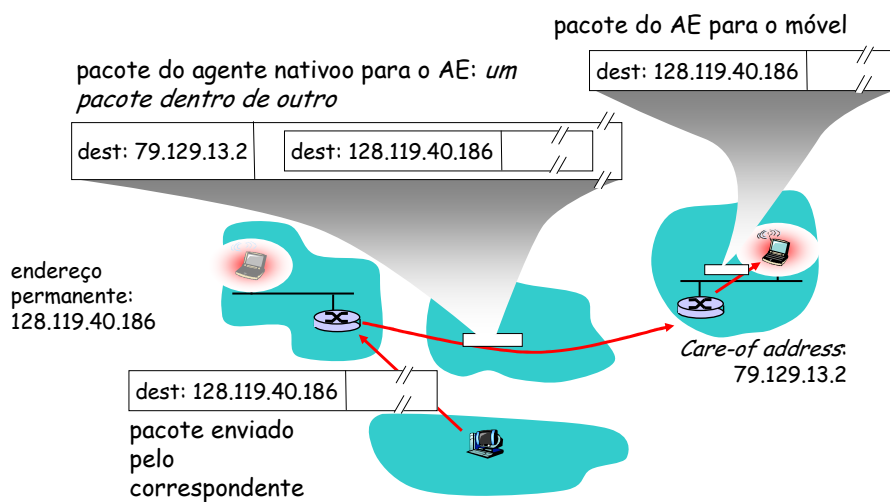
Redes Móveis e Sem Fio 6-56

IP Móvel

- RFC 3220
- Tem muitas características que já vimos:
 - Agentes nativos, agentes estrangeiros, registro nos agentes estrangeiros, endereço-administrado (COA), encapsulamento/tunelamento (pacote dentro de pacote)
- Padrão consiste de três elementos principais:
 - Roteamento indireto de datagramas
 - Descoberta de agentes
 - Registro no agente nativo

Redes Móveis e Sem Fio 6-57

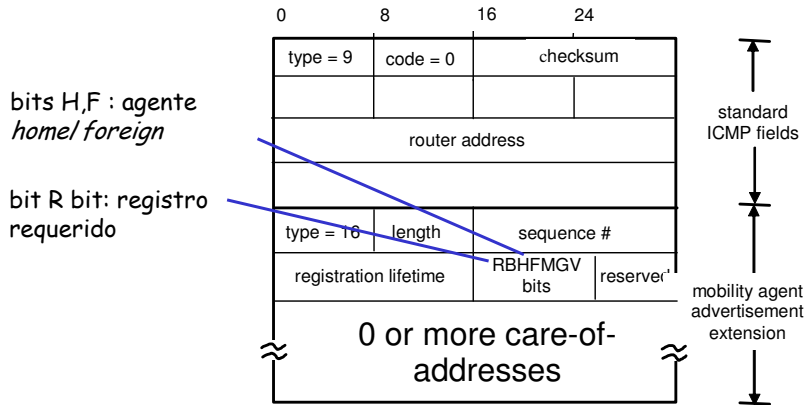
IP móvel: roteamento indireto



Redes Móveis e Sem Fio 6-58

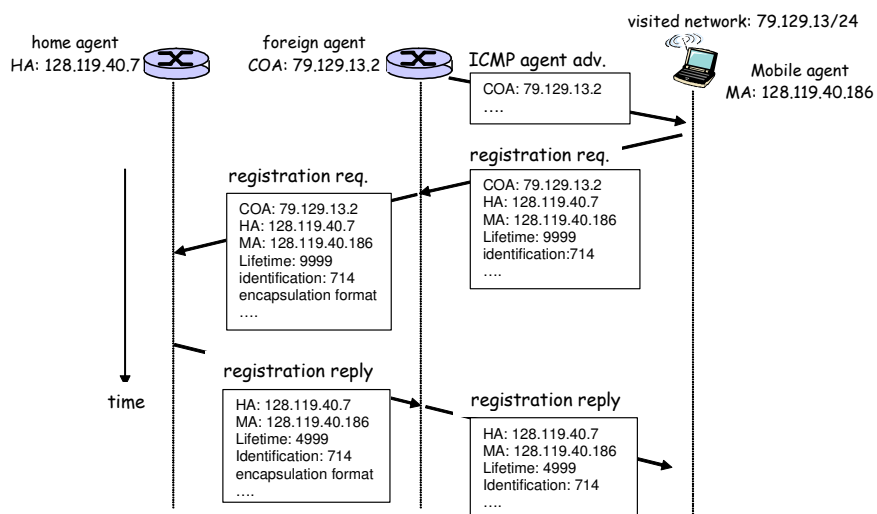
IP móvel: descoberta de agente

- **Anúncio de agente**: agentes (nativos e estrangeiros) anunciam-se difundindo mensagens ICMP (campo tipo = 9)



Redes Móveis e Sem Fio 6-59

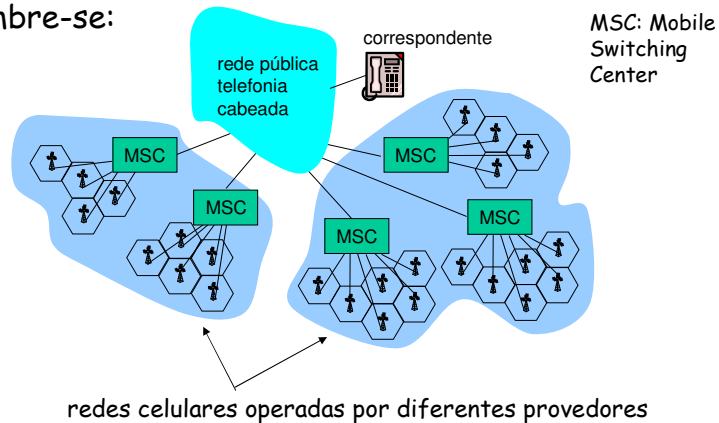
IP móvel: exemplo de registro



Redes Móveis e Sem Fio 6-60

Componentes de uma arquitetura de rede celular

Lembre-se:



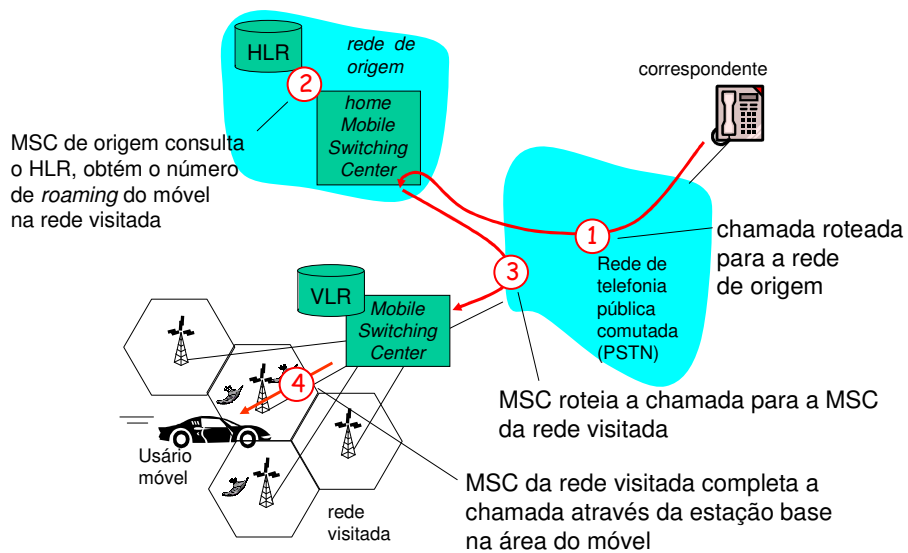
Redes Móveis e Sem Fio 6-61

Mobilidade em redes celulares (GSM)

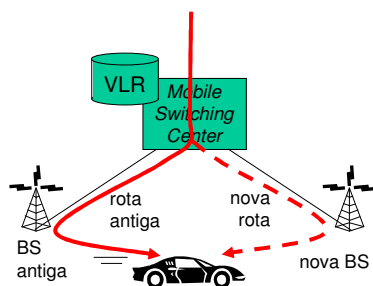
- *rede nativa (home network)*
 - *home location register (HLR)*: base de dados contendo o num. permanente do fone celular, perfil (serviços, preferência, tarifação), informação sobre a localização atual (pode estar em outra rede) dos seus assinantes
- *rede visitada*
 - *visitor location register (VLR)*: base de dados com uma entrada para cada usuário que está atualmente na rede

Redes Móveis e Sem Fio 6-62

GSM: roteamento indireto para um móvel



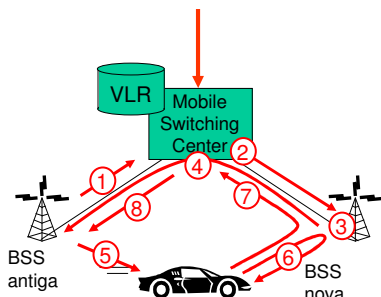
GSM: transferência sem mudar a MSC



- Objetivo da transferência: rotear a chamada através de uma nova estação base (sem interrupção)
- Motivos para a transferência:
 - Sinal mais forte para/da nova BS (manutenção da conectividade, menor consumo de bateria)
 - Balanceamento de carga: liberação de canal na BS atual
 - O GSM não diz porque fazer a transferência (política) apenas como fazê-la (mecanismo)
- A transferência é iniciada pela BS antiga

Redes Móveis e Sem Fio 6-64

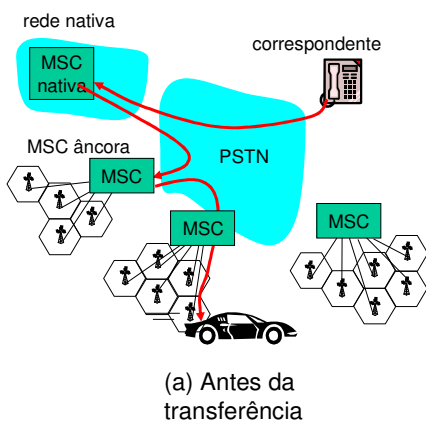
GSM: transferência sem mudar a MSC



1. BS antiga informa à MSC sobre a transferência iminente e fornece lista com 1+ novas BSs
2. MSC estabelece um caminho para a nova BS (aloca recursos) e avisa à nova BS
3. nova BS aloca canal de rádio para o móvel
4. nova BS sinaliza à MSC e à BS antiga: pronta
5. BS antiga solicita ao móvel para fazer a transferência para a nova BS
6. Móvel e nova BS trocam mensagens para ativar o novo canal
7. móvel avisa à MSC, através da nova BS, que a transferência está completa. A MSC re-roteia as chamadas
- 8 recursos na MSC e na antiga BS liberados

Redes Móveis e Sem Fio 6-65

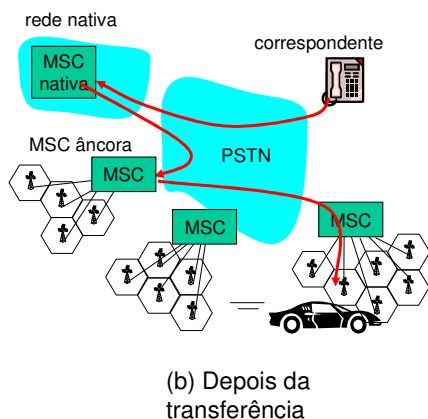
GSM: transferência entre MSCs



- **MSC âncora:** primeira MSC visitado durante a chamada
 - A chamada permanece roteada através da MSC âncora
- Três MSC durante a chamada: nativa, âncora e visitada
- Em redes IS-41 (protocolo para transferência) permite-se o encadeamento de várias MSCs

Redes Móveis e Sem Fio 6-66

GSM: transferência entre MSCs



- **MSC âncora:** primeira MSC visitada durante a chamada
 - A chamada permanece roteada através da MSC âncora
- Três MSC durante a chamada: nativa, âncora e visitada
- Em redes IS-41 (protocolo para transferência) permite-se o encadeamento de várias MSCs

Redes Móveis e Sem Fio 6-67

Mobilidade: GSM versus IP móvel

Elemento GSM	Comentário sobre o elemento GSM	Elemento do IP móvel
•Sistema nativo	Rede à qual pertence o número de telefone permanente do usuário móvel	Rede nativa (<i>home network</i>)
•Central de comutação de unidade móvel (ou <i>MSC nativa</i>). •Registro nativo de localização (HLR)	•MSC nativa: ponto de contato para obter endereço roteável do móvel. •HLR: banco de dados no sistema nativo que contém número de telefone permanente, informações de perfil e localização corrente de usuários móveis; informações de assinatura	Agente Nativo (<i>home agent</i>)
•Sistema visitado	Rede onde o usuário móvel está residindo correntemente (diferente do sistema nativo)	Rede visitada
•MSC visitada • <i>Visitor Location Record (VLR)</i>	•MSC visitada: responsável por estabelecer chamadas de/para nós móveis em células associadas •VLR: registro temporário em base de dados do sistema visitado, contendo informação sobre a assinatura de cada móvel visitante	Agente estrangeiro (<i>Foreign agent</i>)
• <i>Mobile Station Roaming Number (MSRN)</i> ou <i>roaming number</i>	Endereço roteável para segmento de chamada telefônica entre a MSC nativa e a MSC visitada, não é visível nem ao móvel nem ao correspondente	Endereço-administrado (<i>Care-of-address</i>)

Redes Móveis e Sem Fio 6-68

Capítulo 6

6.1 Introdução

Sem fio (Wireless)

- 6.2 Enlaces sem fio e características da rede
 - CDMA
- 6.3 LANs sem fio IEEE 802.11 ("wi-fi")
- 6.4 Acesso à Internet por Celular
 - arquitetura
 - padrões (e.x., GSM)

Mobilidade

- 6.5 Princípios: endereçamento e roteamento para usuários móveis
- 6.6 IP Móvel
- 6.7 Mobilidade em redes celulares
- 6.8 Mobilidade e protocolos das camadas superiores
- 6.9 Resumo

Redes Móveis e Sem Fio 6-69

Sem fio e mobilidade: impacto sobre os protocolos das camadas superiores

- Em termos lógicos, o impacto *deve ser* mínimo ...
 - Modelo de serviço de melhor esforço permanece inalterado
 - TCP e UDP rodam sobre redes sem fio e em dispositivos móveis
- ... mas o desempenho pode ser muito diferente:
 - Perda/retardo de pacote devido a erros de bits (pacotes descartados, retardos de retransmissões na camada de enlace) e transferência de chamadas (*handoff*)
 - O TCP interpreta perda como sinal de congestionamento, diminuindo a janela, muitas vezes de forma desnecessária
 - Retardos problemáticos para tráfego de tempo-real
 - Largura de banda limitada dos enlaces sem fio

Redes Móveis e Sem Fio 6-70

Resumo

Sem fio

- Enlaces em fio:
 - Capacidade, distância
 - Problemas dos canais
 - CDMA
- IEEE 802.11 ("wi-fi")
 - CSMA/CA reflete as características de canais sem fio
- Acesso celular
 - arquitetura
 - padrões GSM, CDMA-2000, UMTS)

Mobilidade

- princípios: endereçamento, roteamento para usuários móveis
 - Redes nativas e visitadas
 - Roteamento direto e indireto
 - Endereços administrados
- Estudos de caso
 - IP móvel
 - Mobilidade no GSM
- Impacto nos protocolos de camadas superiores

Redes Móveis e Sem Fio 6-71

Bibliografia

- KUROSE, J. F.; ROSS, K. W.; Redes de Computadores e a Internet. 3a. edição, Pearson Education, 2005.
- TANENBAUM, A. S., Redes de Computadores, 4rd. Ed., Campus, 2003.

Redes Móveis e Sem Fio 6-72