

# Cap. 06 – Redes Wireless e Móveis

## 6.1 – Introdução

## 6.2 – Enlaces em Redes Wireless

### 6.2.1 – Protocolo CDMA

## 6.3 – WiFi: LANs 802.11

### 6.2.1 – Arquitetura 802.11

### 6.2.2 – Protocolo MAC 802.11

### 6.2.3 – Quadro 802.11

### 6.2.4 – Mobilidade na Sub-Rede IP

### 6.2.5 – Recursos Avançados do 802.11

# ... Cap. 06 – Redes Wireless e Móveis

## 6.4 – Acesso Celular à Internet

### 6.4.1 – Visão Geral da Arquitetura Celular

## 6.5 – Gerenciamento de Mobilidade

### 6.5.1 – Endereçamento do Nó Móvel

### 6.5.2 – Roteamento para o Nó Móvel

## 6.6 – IP Móvel

## 6.7 – Mobilidade em Redes Celulares

# Referências Bibliográficas

- James F. Kurose; Keith W. Ross – Redes de Computadores ea Internet: Uma Abordagem Top-Down – Pearson São Paulo; 5ª Edição; 2010; ISBN: 978-85-88639-97-3.  
... Lectures dos autores James F. Kurose; Keith W. Ross (“[www.pearsonhigherd.com/kurose-ross/](http://www.pearsonhigherd.com/kurose-ross/)”)
- Notas de Aula do Prof. Maurício Magalhães e Eleri Cardozo da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC) da UNICAMP “[www.dca.feec.unicamp.br/](http://www.dca.feec.unicamp.br/)” [~mauricio/~elери].

## 6.1 - Introdução

- Fundamentos para o estudo deste tópico:
- ... assinantes de telefonia sem fio (móvel) já excedem número de assinantes de telefonia com fio !
- ... redes de computador de “laptops”, “palmtops”, PDAs e telefones preparados para acesso à Internet prometem acesso livre à Rede Mundial de Computadores a qualquer hora.
- Dois desafios neste cenário são importantes:
  - comunicação por enlace “wireless”;
  - suporte a mobilidade do usuário => alteração do ponto de conexão.

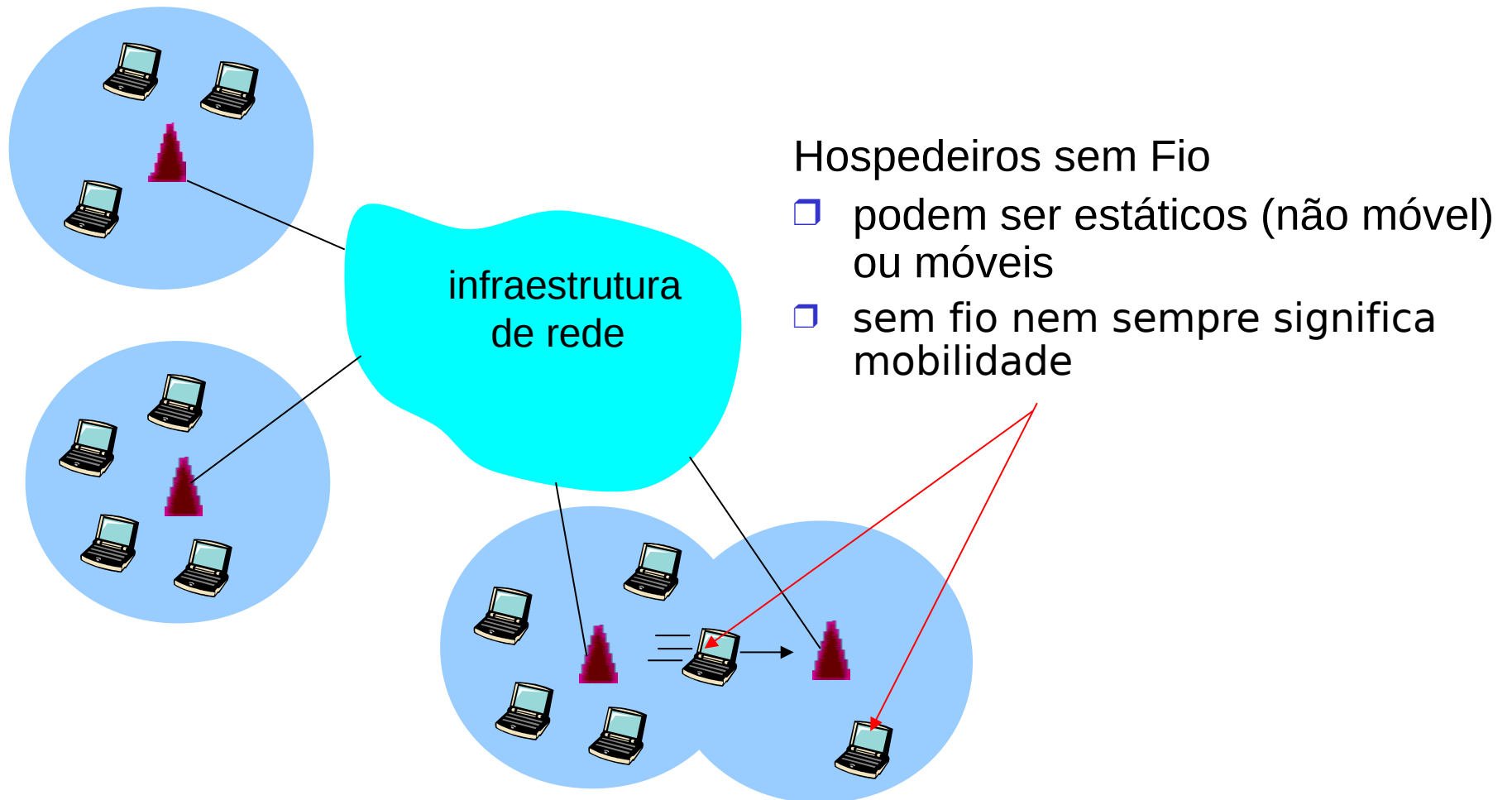
## 6 Redes Wireless e Móveis – 6.1 Introdução

### ... 6.1 - Introdução

- Inicialmente cabe a identificação e descrição dos elementos normalmente presentes nos cenários nos quais consideramos os tópicos de comunicação de dados e mobilidade sem fio;
- ... destacam-se os elementos: “wireless hosts”; “wireless links”; “base station” e “infraestrutura da rede”;
- ... tais cenários são suficientes para abranger uma ampla faixa de redes, dentre elas LANs 802.11 e Redes Celulares como 3G.

## 6 Redes Wireless e Móveis – 6.1 Introdução ... 6.1 - Introdução

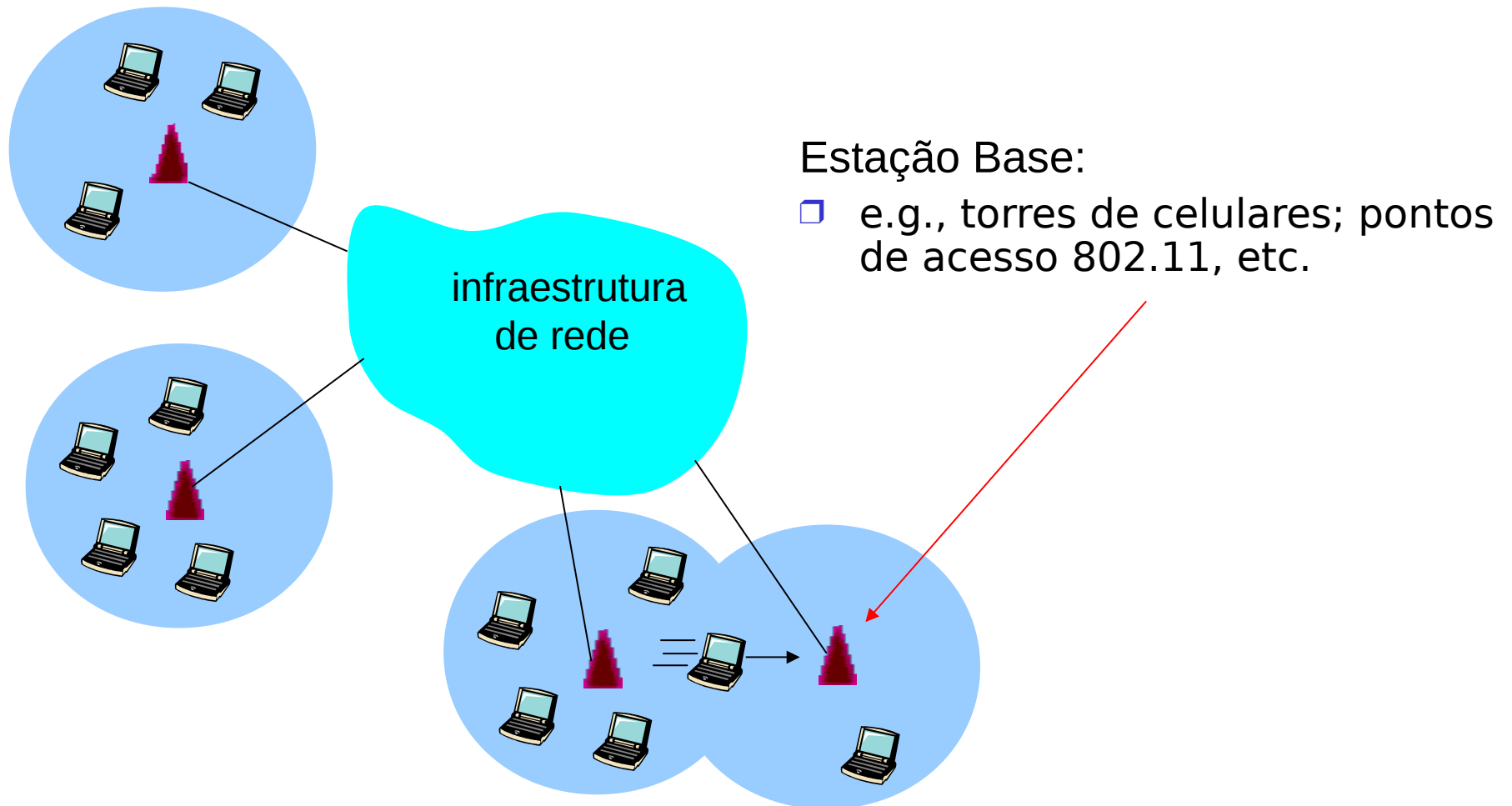
- “**wireless hosts**” - nós estáticos ou móveis tais como “laptops”; PDA; Telefone IP; etc. são nós que executam aplicações.



## 6 Redes Wireless e Móveis – 6.1 Introdução

### ... 6.1 - Introdução

- “**estação base**” - normalmente conectada à rede cabeada e é responsável pelo envio dos pacotes entre as 02 redes.



## ... 6.1 - Introdução

- “**estação base**” - responsável pela coordenação da transmissão de vários “hosts” sem fio com os quais está associada;
- ... “host” sem fio associado a uma estação base significa que o “hosts” está dentro do alcance de comunicação da estação e, portanto, a estação é utilizada para retransmitir pacotes do “host”.
- ... “hosts” associados a uma estação base, normalmente caracterizam que o modo de operação da estação base é o “**modo de infraestrutura**”, ou seja, há um único retransmissor;
- ... “hosts” associados uns com os outros, não dispõem de uma infraestrutura e o modo de associação é denominado “**ad-hoc**”.



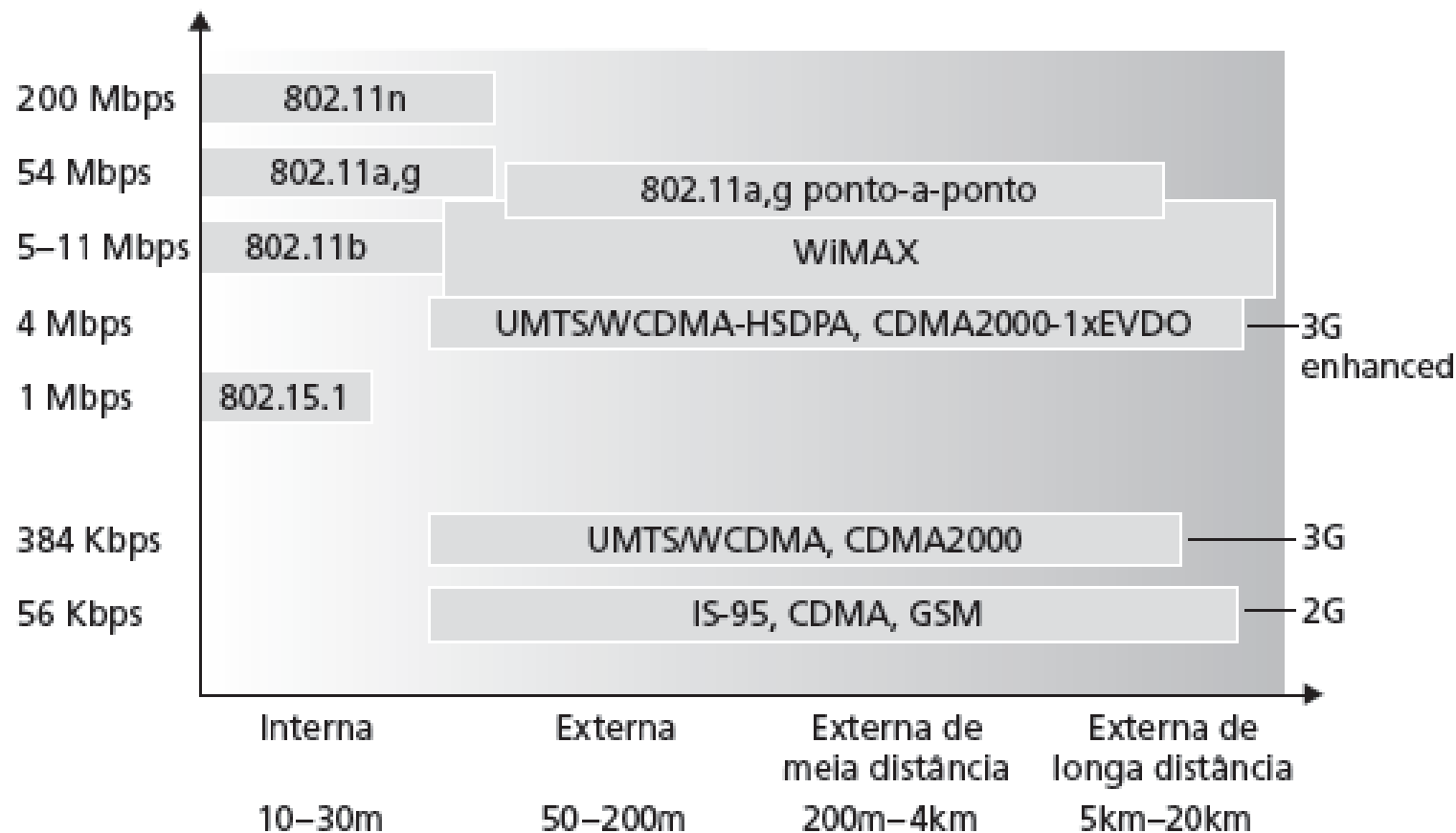
## ... 6.1 - Introdução

- “**wireless links**” - utilizados para conectar o dispositivo móvel à estação base ou como enlace no “backbone”;
- ... protocolo usado pressupõe acesso múltiplo ao meio e é responsável pelo acesso ao enlace;
- ... diferentes tecnologias de enlace contemplam diferentes taxas de transmissão e podem transmitir a diferentes distâncias em função das taxas de erros de “bits”;
- ... quando um “host” desloca-se para fora da faixa de alcance da estação base e entra na faixa de alcance de outra estação, inicia-se o processo de transferência ou “handoff”.

## 6 Redes Wireless e Móveis – 6.1 Introdução

### ... 6.1 - Introdução

- Características de Enlaces de de padrões selecionados de Redes Wireless: 802.11; WiMax; GSM; UMTS; etc.



## 6 Redes Wireless e Móveis – 6.1 Introdução

### ... 6.1 - Introdução

- Podemos classificar as redes “wireless” segundo 02 critérios:
  - nro de saltos ou enlaces “wireless”;
  - ausência ou não da estação base, ou seja, modo infraestrutura ou modo “ad hoc” quando não se tem estação base.
- Modo Infraestrutura + 01 Salto: hospedeiro conecta-se à estação base (WiFi, WiMAX, celular) que se conecta à rede cabeada.
- Modo Infraestrutura + Múltiplos Saltos: “host” pode ter de retransmitir por vários nós sem fio para se conectar à rede cabeada, ou seja, rede em malha.

## 6 Redes Wireless e Móveis – 6.1 Introdução

### ... 6.1 - Introdução

- Podemos classificar as redes “wireless” segundo 02 critérios:
  - nro de saltos ou enlaces “wireless”;
  - ausência ou não da estação base, ou seja, operação e modo infraestrutura ou em modo “ad hoc” quando não se tem estação base.
- Ad Hoc + 01 Salto: sem estação-base, sem conexão com a rede cabeada (Internet) tem como ex. bluetooth, redes ad hoc.
- Ad Hoc + Múltiplos Saltos: sem estação-base e sem conexão com a rede cabeada (Internet), pode ter de retransmitir os pacotes para alcançar outro nó sem fio MANET, VANET, etc.

## 6.2 – Enlaces de Redes Wireless

- Diferenças entre Enlace Cabeado e Wireless:
  - “redução da força (potência) do sinal” - sinal de rádio atenua enquanto se propaga pela matéria (e.g., dispersão, perda do caminho, etc.);
  - “interferência de outras fontes” - frequências padrões de rede sem fio (e.g., 2,4 GHz) compartilhadas por outros dispositivos como telefone sem fio ou dispositivos como motores interferem na fonte original do sinal;
  - “propagação multivias”- sinal de rádio reflete-se em objetos e no solo, chegando ao destino em momentos ligeiramente diferentes.
- ... estas diferenças contribuem para tornar a comunicação de enlace “wireless” (até mesmo ponto a ponto) muito mais “difícil” !

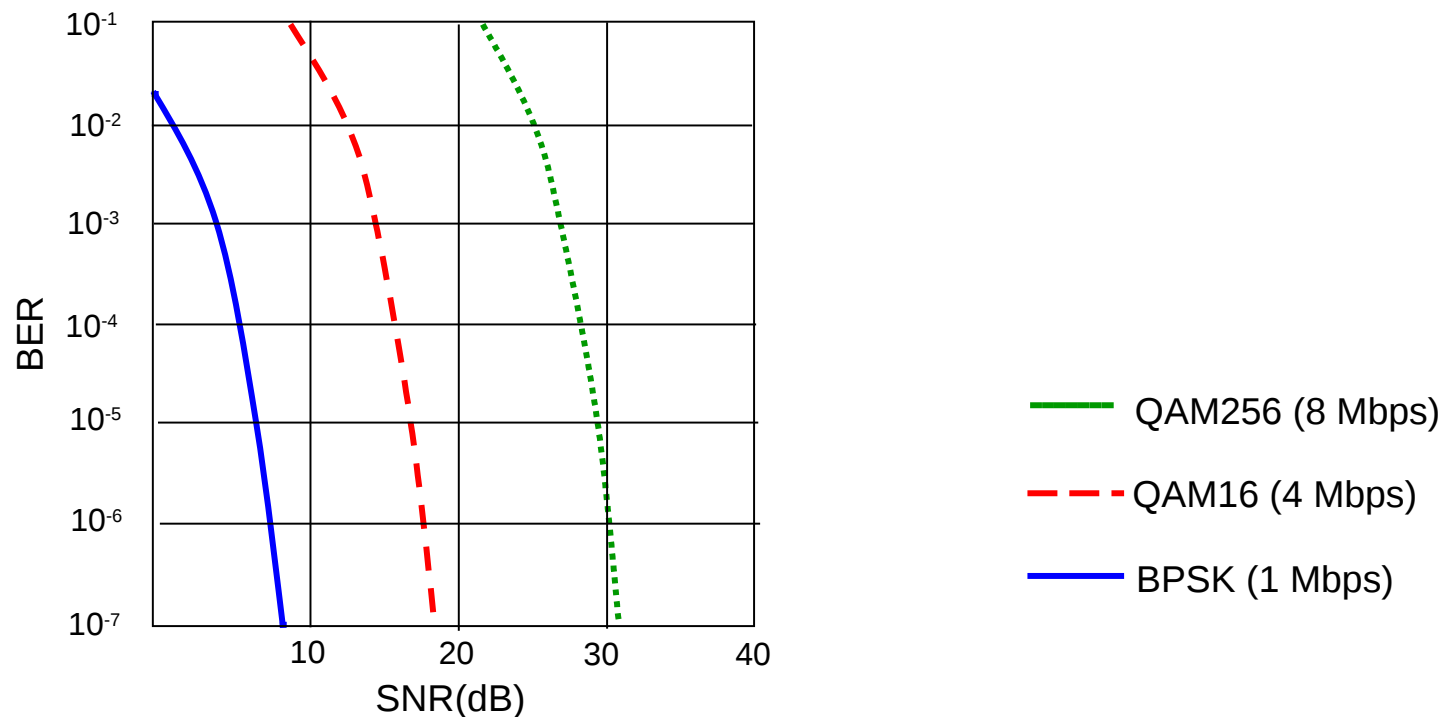
## ... 6.2 – Enlaces de Redes Wireless

- SNR “Signal Noise Ratio” - medida relativa da potência do sinal transmitido pela potência do sinal de ruído presente no sinal transmitido, frutos das interferências já discutidas;
- ... medido em decibéis (dB) é igual:  $20 * \log_{10} S/N$  onde “S/N” é a relação da amplitude do sinal pela amplitude do ruído.
- ... quanto maior for o resultado da equação  $20 * \log_{10} S/N$ , mais fácil será a extração do sinal transmitido de um ruído de fundo no destinatário ... dê um exemplo para ilustrar !?
- BER ou “Bit Error Rate” - probabilidade do “bit” transmitido ser recebido com erro no destinatário varia conforme a técnica de modulação para codificar informações.

## 6 Redes Wireless e Móveis – 6.2 Enlaces de Redes Wireless

### ... 6.2 – Enlaces de Redes Wireless

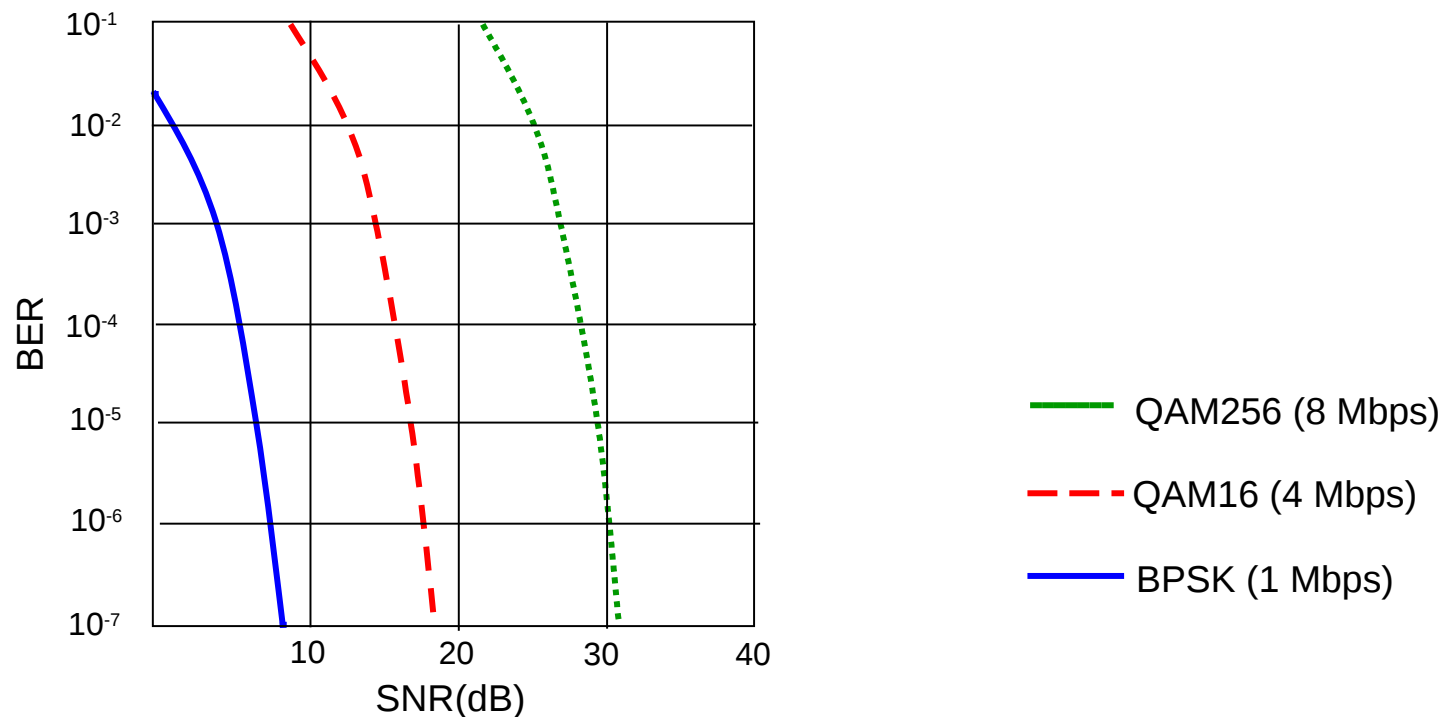
- SNR “Signal Noise Ratio” - razão sinal-ruído maior implica que é mais fácil extrair sinal do ruído (“bom”!)
- SNR vs BER ou “Bit Error Rate” - aumento de potência do sinal => aumento do SNR => diminuição do BER.



## 6 Redes Wireless e Móveis – 6.2 Enlaces de Redes Wireless

### ... 6.2 – Enlaces de Redes Wireless

- SNR – escolha da camada física que atende o requisito BER, ou seja, que ofereça maior vazão com a menor taxa de erros.
- ... para um dado SNR, técnica de modulação com uma taxa de transmissão de “bit” maior (com erro ou não) terá um BER maior, o que pode tornar inútil a sua utilização.





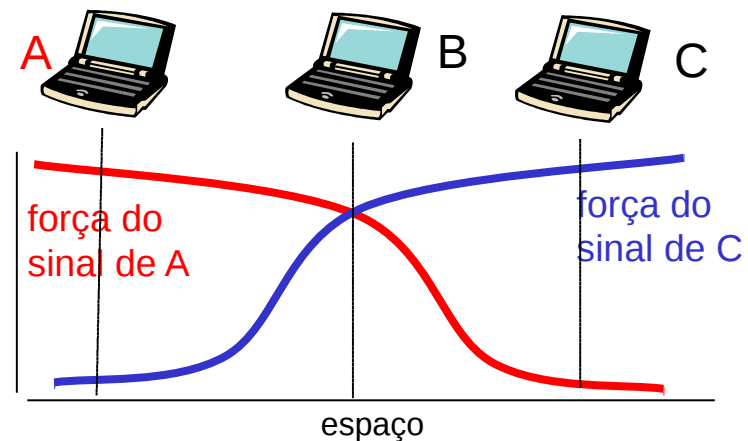
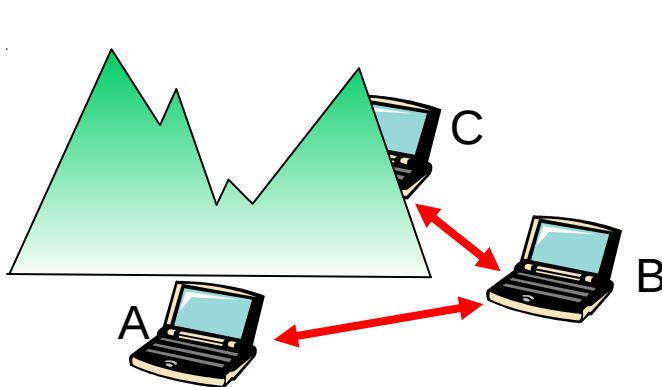
## ... 6.2 – Enlaces de Redes Wireless

- Para um dado SNR, técnica de modulação com uma taxa de transmissão de “bit” maior (com erro ou não) terá um BER maior, o que pode tornar inútil a sua utilização;
- e.g., BPSK com taxa de transmissão de 1 Mbps  $\Rightarrow$  BER  $< 10^{-7}$ , enquanto QAM16 com taxa de transmissão de 4Mbps  $\Rightarrow$  BER =  $10^{-1}$  ... pode tornar sua utilização inútil.
- SNR e BER podem alterar como resultado da mobilidade ou em razão das mudanças no ambiente  $\Rightarrow$  “problema” !
- “solução” - seleção dinâmica da técnica de modulação na camada física pode ser utilizada para adaptar a técnica de modulação para condições do canal  $\Rightarrow$  atenuando os problemas !

## 6 Redes Wireless e Móveis – 6.2 Enlaces de Redes Wireless

### ... 6.2 – Enlaces de Redes Wireless

- BERs diferentes entre Enlaces Cabeados e Wireless não são as únicas diferenças, mas há outras situações mais complexas:
- e.g., transmissão “broadcast” no enlace “wireless”.
- e.g., além do acesso múltiplo, múltiplos transmissores e receptores criam problemas adicionais (A escuta B; B escuta A; B escuta C; C escuta B; A não escuta C; C não escuta A);
- ... problema do “terminal oculto”.



## 6.2.1 – Protocolo CDMA

- Protocolo CDMA ou “Code Division Multiple Access” - protocolo de acesso usado em meio compartilhado, é predominante em várias tecnologias como: celulares e redes locais “wireless”;
- ... cada “bit” enviado é codificado pela multiplicação do “bit” por um código que muda a uma velocidade muito maior que a sequência original de “bits” dos dados;
- ... “código” exclusivo é atribuído a cada usuário; ou seja, há o particionamento do conjunto de código entre os usuários;
- ... todos usuários compartilham mesma frequência, mas cada usuário tem a própria sequência ou velocidade de “chipping” (ou seja, código) para codificar dados.

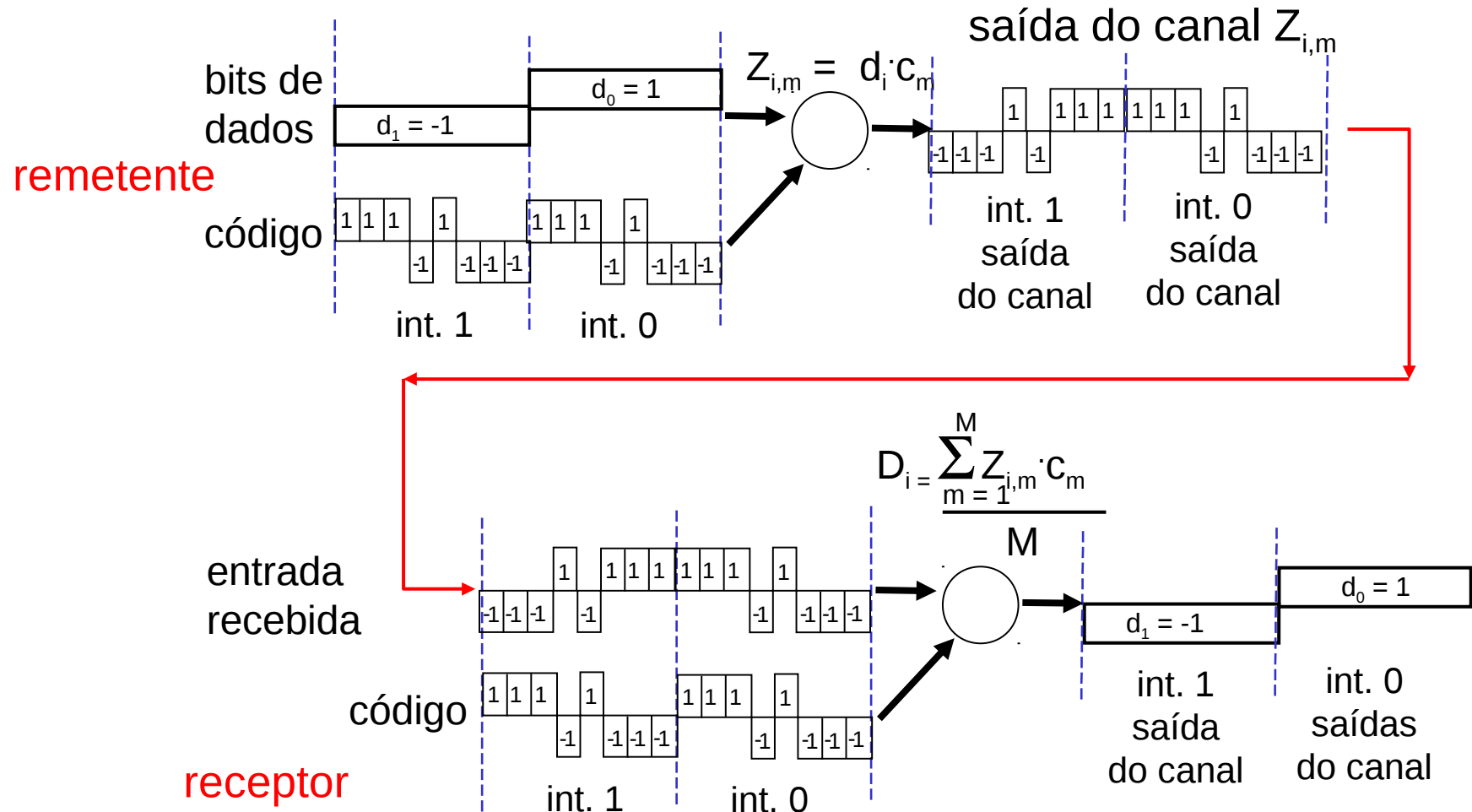
## ... 6.2.1 – Protocolo CDMA

- sinal codificado = (dados originais) X (sequência de chipping);
- ... para a decodificação, multiplica-se novamente o sinal codificado pela sequência de “chipping”, obtendo-se assim a sequência de “bits” do sinal original;
- ... permite que múltiplos usuários “coexistam” e transmitam simultaneamente com o mínimo de interferência entre eles, considerando que os códigos sejam “ortogonais”.

# 6 Redes Wireless e Móveis – 6.2 Enlaces de Redes Wireless

## ... 6.2.1 – Protocolo CDMA

- CDMA: codificação no remetente e decodificação no receptor.

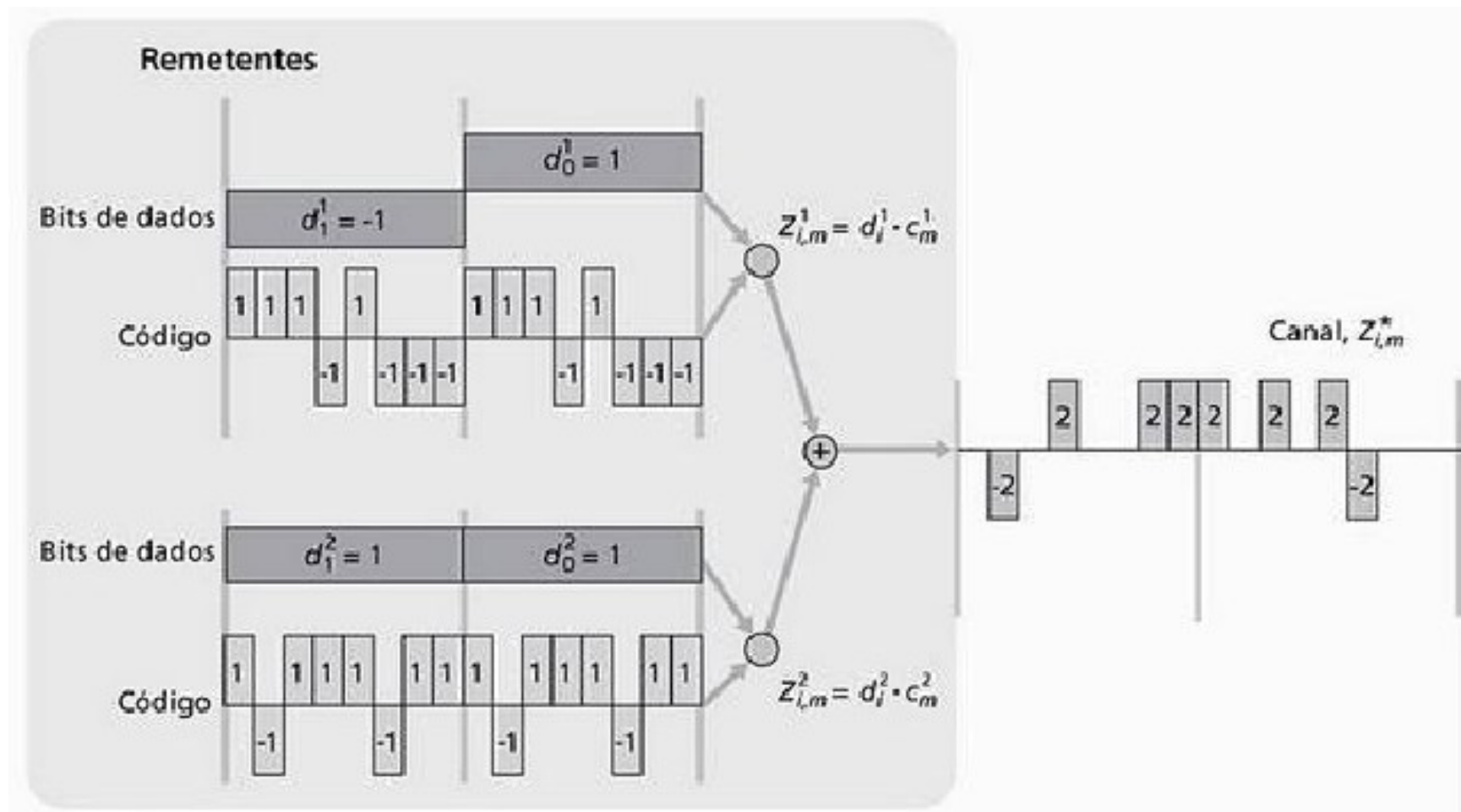


## ... 6.2.1 – Protocolo CDMA

- No entanto, CDMA deve funcionar na presença de remetentes que interferem e que estão codificando e transmitindo seus dados usando códigos designados;
- ... como um receptor pode recuperar “bits” de dados originais de um remetente quando esses bits são embaralhados com bits que estão sendo transmitidos por outros remetentes ?!
- ... surpreendentemente, se os códigos dos remetentes forem escolhidos com cuidado, cada receptor poderá recuperar os dados enviados por um dado receptor a partir do sinal agregado.

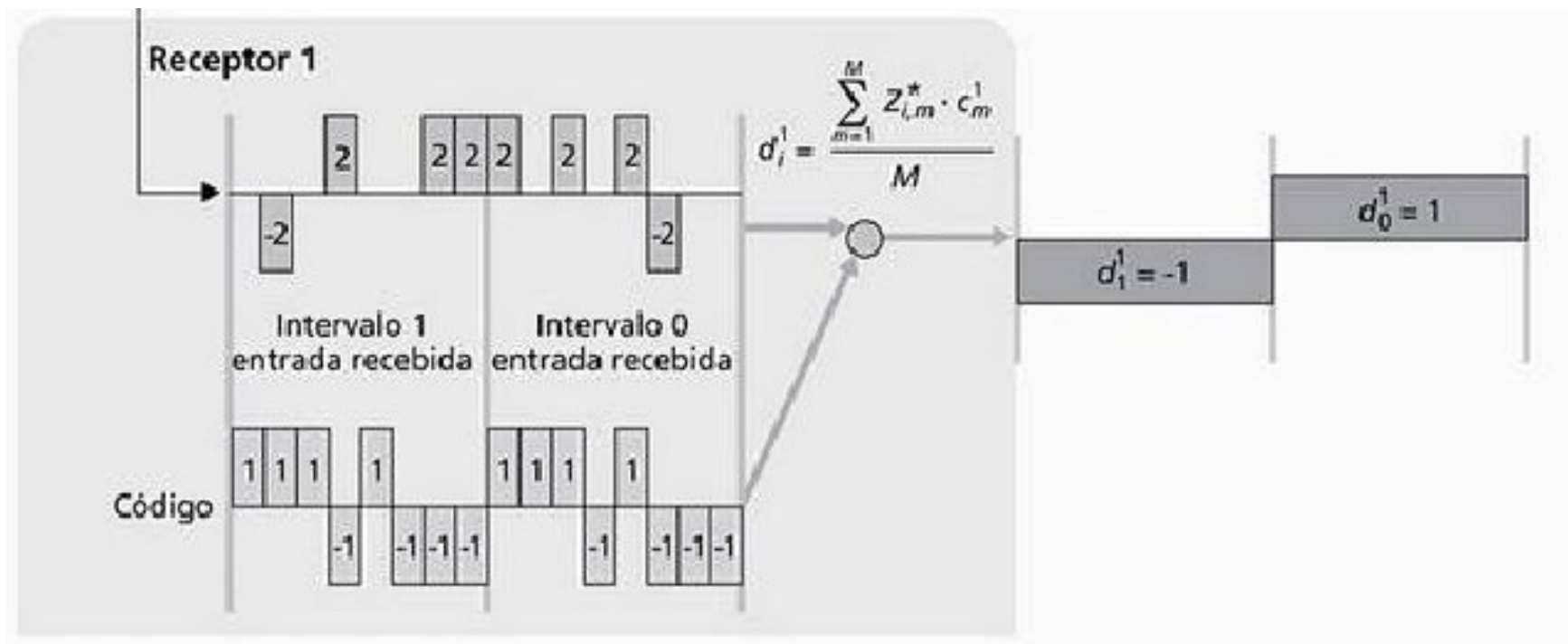
## 6 Redes Wireless e Móveis – 6.2 Enlaces de Redes Wireless ... 6.2.1 – Protocolo CDMA

- CDMA com 02 remetentes: sinais codificados por cada remetente se somam, gerando o sinal transmitido pelo canal.



## 6 Redes Wireless e Móveis – 6.2 Enlaces de Redes Wireless ... 6.2.1 – Protocolo CDMA

- CDMA com 02 remetentes: sinais codificados por cada remetente se somam, gerando o sinal transmitido pelo canal





## 6.3 – WiFi: LANs 802.11

- Padrão 802.11b

- Taxa de Dados de 11 Mbps na faixa de frequência não licenciada de 2,4GHz a 2,485GHz (mesma faixa de telefones e micro-ondas);
- ... modo infraestrutura ou “ad hoc”;
- Protocolo de Acesso CSMA/CA e compartilhamento da mesma estrutura de “quadro” para a camada de enlace que 802.11 a/b/g/n;
- ... “Direct Sequence Spread Spectrum” (DSSS) na camada física todos os hospedeiros usam o mesmo código de chipping.

- Padrão 802.11a

- Taxa de Dados de 54 Mbps na faixa de frequência não licenciada de 5,1GHz a 5,8GHz (mesma faixa de alguns telefones);
- ... distância de transmissão mais curta para um dado nível de potência do sinal em razão de sofrerem mais com a propagação multivias;

## ... 6.3 – WiFi: LANs 802.11

- Padrão 802.11g

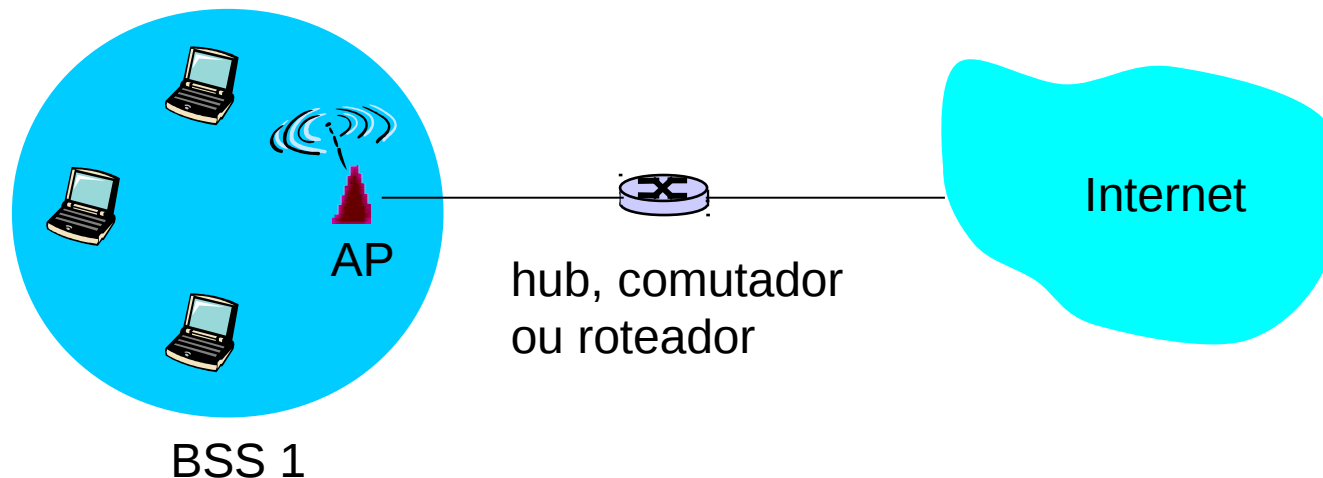
- Taxa de Dados de 54 Mbps na faixa de frequência não licenciada de 2,4GHz a 2,485GHz (mesma faixa de alguns telefones);
- ... surgiu como proposta de melhoria do 802.11 a/b, em função da combinação de maior taxa de dados e menor frequência de operação.

- Padrão 802.11n

- Taxa de Dados de 200 Mbps na faixa de frequência não licenciada de 2,4GHz a 5,1GHz (mesma faixa de alguns telefones);
- ... utiliza antenas múltiplas de entrada e saída, ou seja, “Multiple Input Multiple Output” (MIMO), ou seja, 02 ou mais antenas no lado remetente e 02 ou mais antenas no lado receptor.

## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.3 WiFi: LANs 802.11 ... 6.3.1 – Arquitetura 802.11

- Arquitetura 802.11 contempla 02 elementos:
  - BSS (Basic Service Set) – ou célula no modo infraestrutura ou “ad hoc”
  - ... modo infraestrutura: “hosts” “wireless” e ponto de acesso (APs) ou estação base; modo “ad hoc”: “hosts” “wireless”.
  - AP – “Access Point” é o ponto de acesso da estação base.

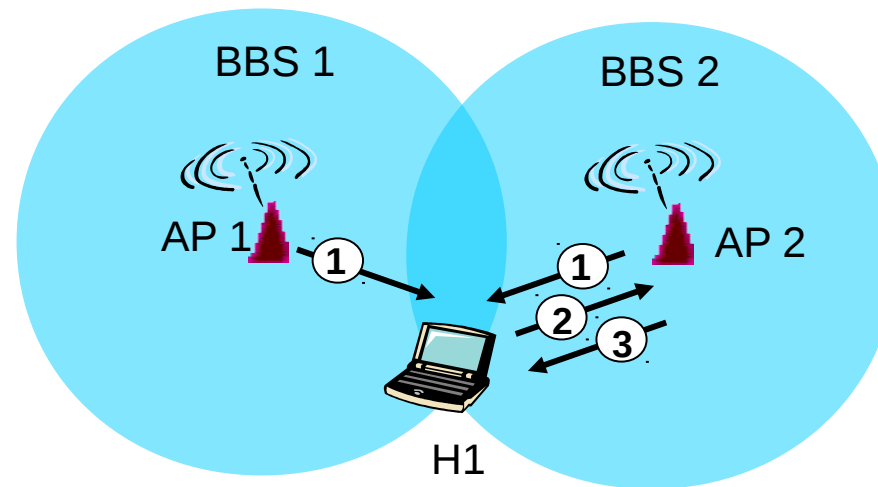


## ... 6.3.1 – Arquitetura 802.11

- Padrão 802.11b – espectro de 2,4GHz a 2,485GHz dividido em 11 canais de diferentes frequências
  - Administrador do AP escolhe a frequência para o AP, assim, pode haver interferência quando canal é o mesmo do AP vizinho!
  - ... AP envia periodicamente quadros de sinalização, cada qual incluindo SSID e endereço MAC, permitindo que o “host” faça varreduras.
- Passos p/ associação do Host ao AP:
  - 1) “host” varre canais, escutando quadros de sinalização contendo nome do AP (SSID Service Set Identifier) e endereço MAC (Media Access Control);
  - 2) “host” seleciona “Access Point” para associar-se;
  - 3) “host” pode realizar autenticação [Capítulo 8];
  - 4) “host” normalmente usa DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) para obter IP na sub-rede do AP (Access Point).

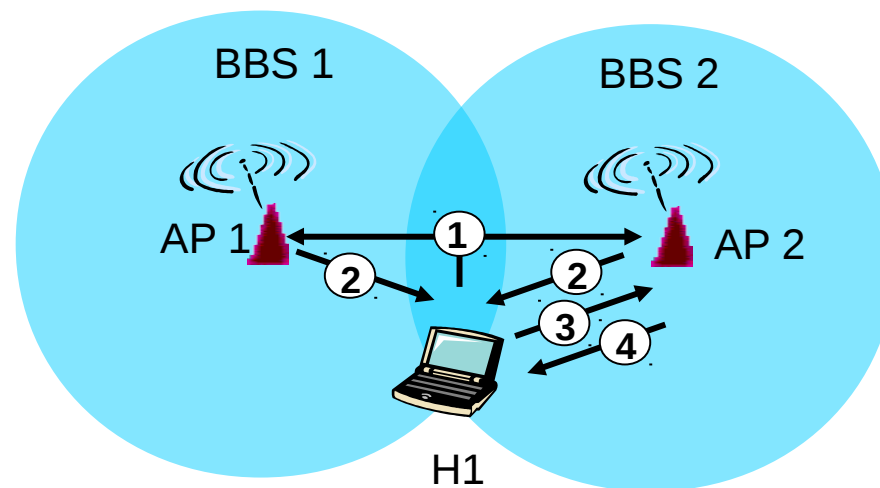
## 6.3.2 – Protocolo MAC 802.11

- Varredura Passiva – processo de varrer canais e ouvir quadros de sinalização emitidos por APs na área de varredura do “host”:
  - 1) quadros de sinalização enviados dos APs;
  - 2) quadro de solicitação de associação enviado: H1 para AP selecionado;
  - 3) quadro de resposta de associação enviado: AP selecionado para H1.



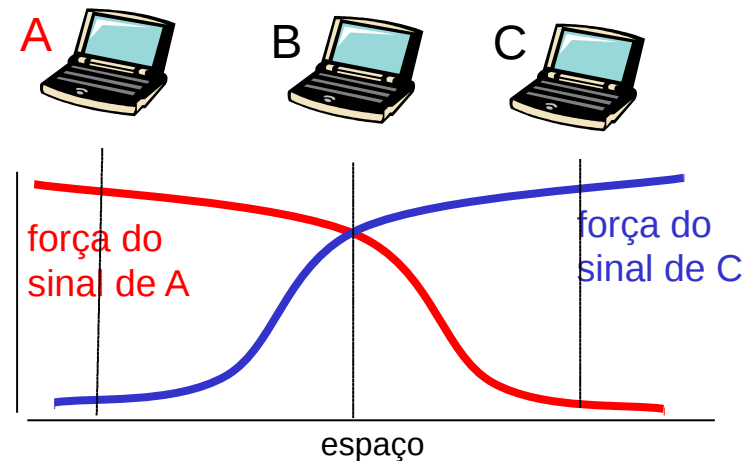
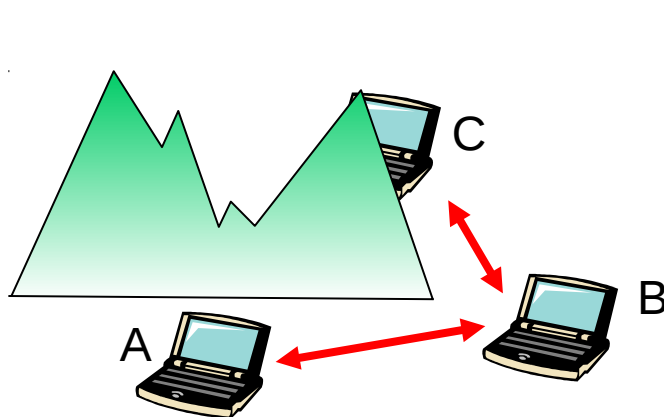
## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.3 WiFi: LANs 802.11 ... 6.3.2 – Protocolo MAC 802.11

- Varredura Ativa – “host” transmite quadro de investigação que será recebido por APs dentro da cobertura do “host”:
  - 1) broadcast de quadro de solicitação de investigação de H1;
  - 2) quadro de resposta de investigações enviado de APs;
  - 3) quadro de resposta de associação enviado: H1 para AP selecionado;
  - 4) quadro de resposta de associação enviado: AP selecionado para H1.



## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.3 WiFi: LANs 802.11 ... 6.3.2 – Protocolo MAC 802.11

- 802.11 – Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance
  - evita colisões, ou seja, 02 ou mais transmitindo ao mesmo tempo;
  - detecta a portadora antes de transmitir, ou seja, não colide com transmissão corrente de um outro nó;
  - não detecta colisão, pois é difícil de sentir colisões na transmissão em razão de sinais fracos recebidos (desvanecimento);
  - não detecta todas as colisões, p.ex., terminal oculto, desvanecimento, assim, o objetivo é evitar as colisões (Collision Avoidance).



## ... 6.3.2 – Protocolo MAC 802.11

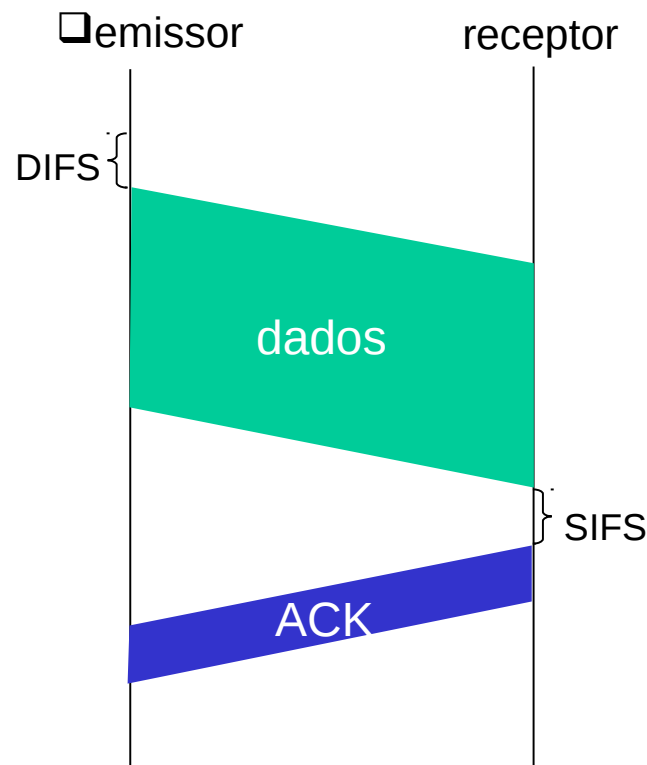
- Protocolo MAC 802.11 – Transmissor:

- 1) se sentir que o canal está ocioso, remetente transmite quadro após curto espaço de tempo DIFS (Distributed Inter-Frame Space);
  - 2) se sentir que o canal está ocupado, remetente escolhe valor aleatório de “backoff” e inicia contagem regressiva deste valor quando perceber que o canal está ocioso, ou seja, contador estacionário se canal ocupado;
  - 3) temporizador conta regressivamente enquanto canal está ocioso e transmite quando o temporizador expirar;
  - 4) se remetente receber um ACK, saberá que o quadro foi corretamente recebido e reinicia o processo na etapa 2 caso tenha mais quadros para transmitir;
- se não receber um ACK, remetente entra novamente na fase de “backoff” na etapa 2 e escolhe valor aleatório dentro de um intervalo maior.



## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.3 WiFi: LANs 802.11 ... 6.3.2 – Protocolo MAC 802.11

- Protocolo MAC 802.11 – Receptor:
  - se recebe quadro que passou por verificação ou CRC Ok - “Cyclic Redundancy Check”, retorna ACK após SIFS ou “Short Inter-Frame Spacing”;
  - ACK é necessário devido ao problema do terminal oculto.

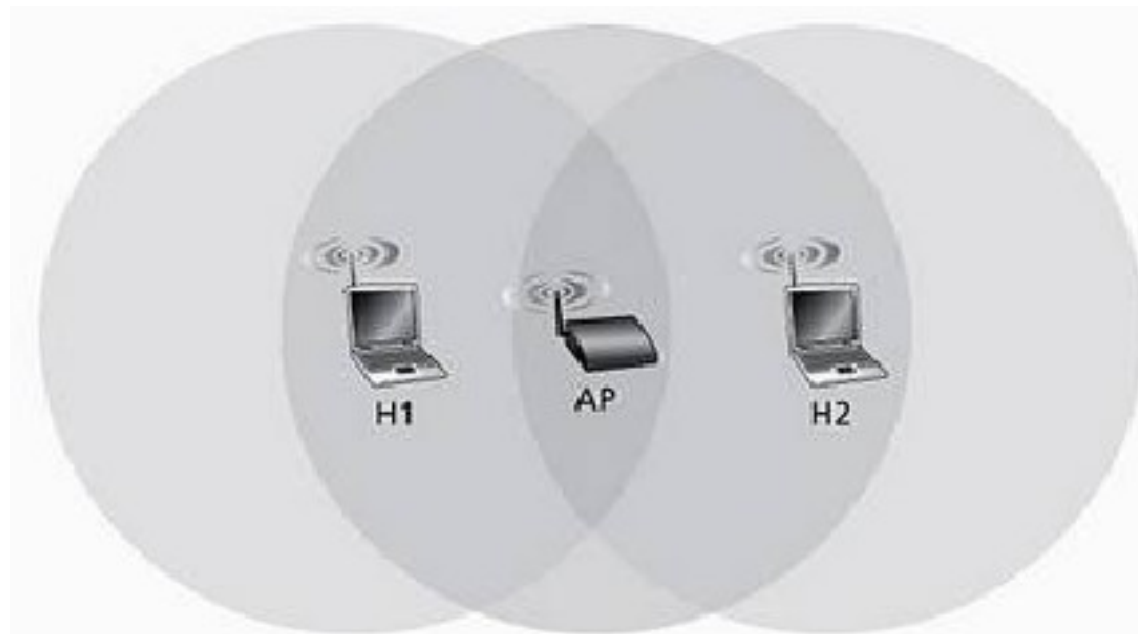


## ... 6.3.2 – Protocolo MAC 802.11

- Comparação entre Protocolos CSMA/CD e CSMA/CA !?
- No Protocolo CSMA/CD uma estação começa a transmitir tão logo percebe que o canal está ocioso.
- No CSMA/CA o remetente priva-se de transmitir enquanto realiza a contagem regressiva, mesmo quando percebe que o canal está ocioso – diferentemente do CSMA/CD.
- Por que o CSMA/CD e o CSMA/CA adotam essas abordagens !?
  - ... CSMA/CA não detecta colisão nem mesmo abandona uma transmissão, ou seja, um quadro que sofrer colisão continuará a ser transmitido;
  - ... logo o objetivo do CSMA/CA é evitar colisões sempre que possível.

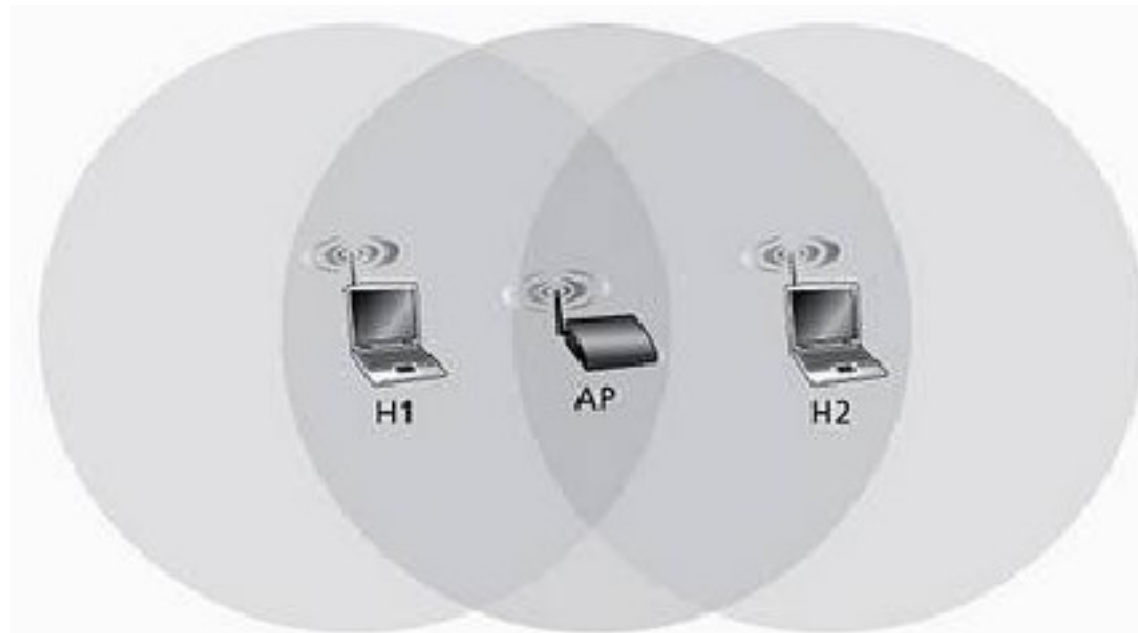
## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.3 WiFi: LANs 802.11 ... 6.3.2 – Protocolo MAC 802.11

- MAC 802.11 inclui esquema de reserva inteligente (opcional) que evita colisões mesmo na presença de terminais ocultos:
- “evitando colisões” - permite que remetente “reserve” canal em vez de acesso aleatório aos quadros de dados, assim, evita-se colisões de quadros de dados longos.



## ... 6.3.2 – Protocolo MAC 802.11

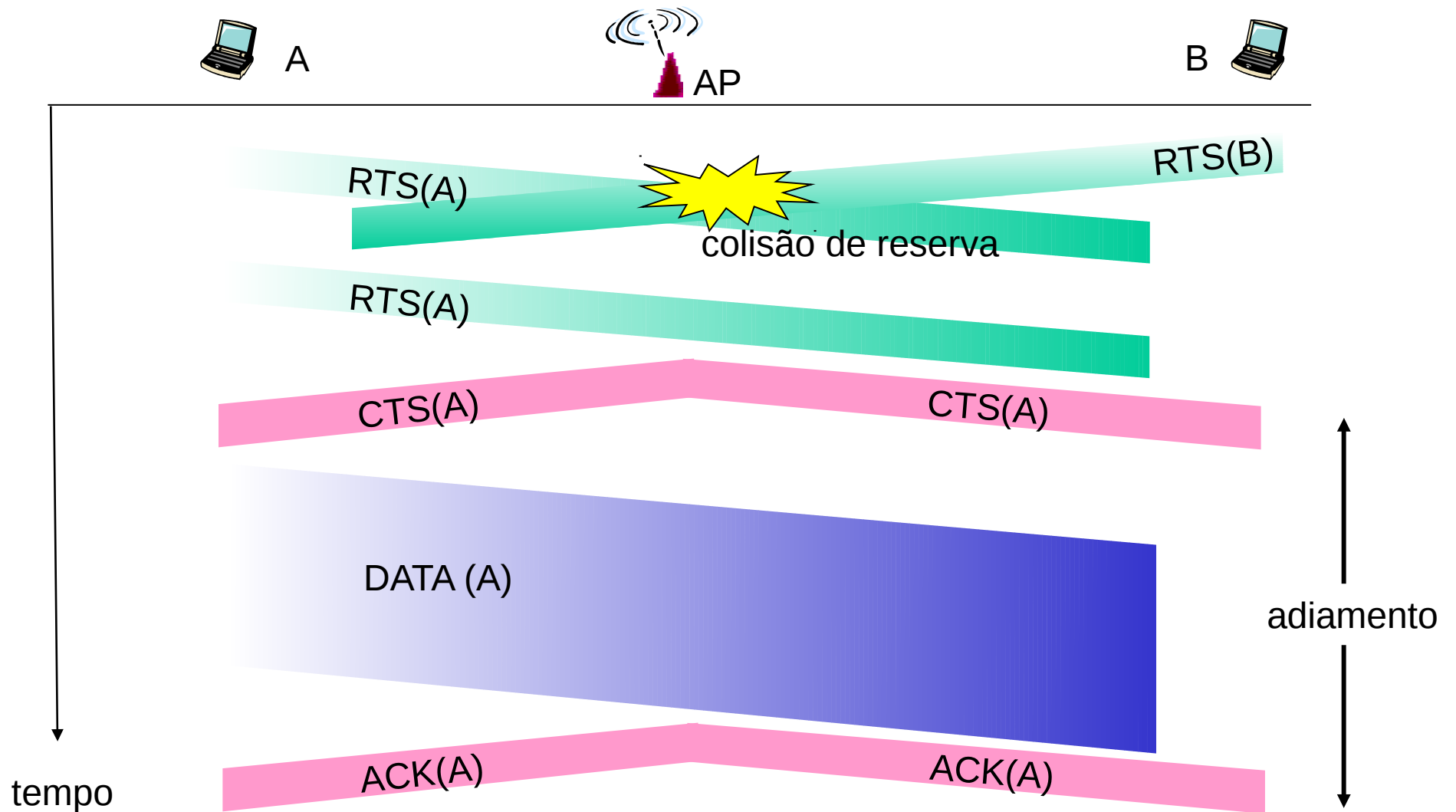
- e.g., H1 está transmitindo um quadro e a meio caminho de sua transmissão, H2 quer enviar um quadro para o AP.
- ... H2 que não está ouvindo a transmissão de H1, espera DIFS para então transmitir o quadro, resultando em uma colisão.
- “solução” - usar quadro “CTS” curto e “RTS” curto como forma de reservar acesso ao canal.



## ... 6.3.2 – Protocolo MAC 802.11

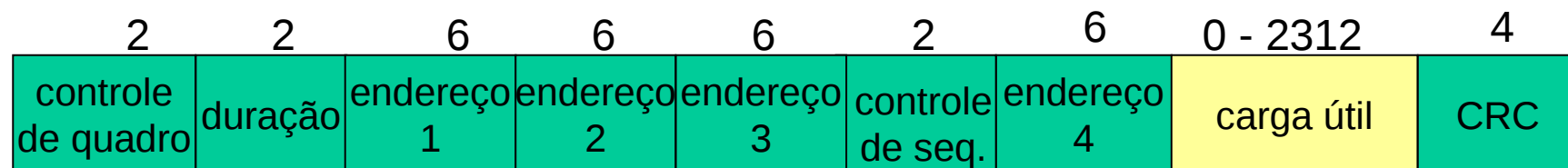
- Se remetente quer enviar quadro de DATA, primeiro envia RTS ao AP indicando tempo total necessário para transmitir DATA bem como receber o quadro ACK do AP, ou seja:
- remetente primeiro transmite RTS curtos ou “Request To Send” à BS usando CSMA, ou seja, RTSs ainda podem colidir uns com os outros (mas são curtos);
- BS envia por “broadcast” quadros CTSs “Clear To Send” em resposta ao quadros RTSs recebidos;
- nós escutando e recebendo CTSs:
  - dá ao remetente permissão explícita para enviar;
  - instrui demais estações a não enviar durante o tempo reservado.

# 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.3 WiFi: LANs 802.11 ... 6.3.2 – Protocolo MAC 802.11



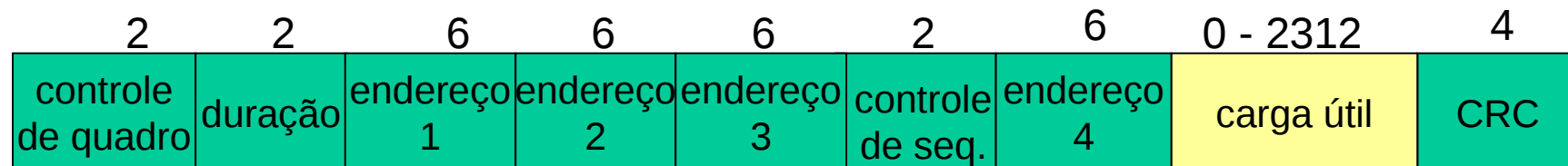
## 6.3.3 - Quadro 802.11

- Quadro do 802.11 – contempla 04 campos de endereços e cada um contém um endereço de 06 bytes.
- Qual a razão para 04 campos de endereço !?
  - 03 campos são necessários quando da interconexão em rede, p.ex., mover um datagrama da camada de enlace de um “host” sem fio, passando pelo AP até uma interface de roteador;
  - 04 campos são utilizados quando “hosts” operam no modo “ad hoc”.



## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.3 WiFi: LANs 802.11 ... 6.3.3 - Quadro 802.11

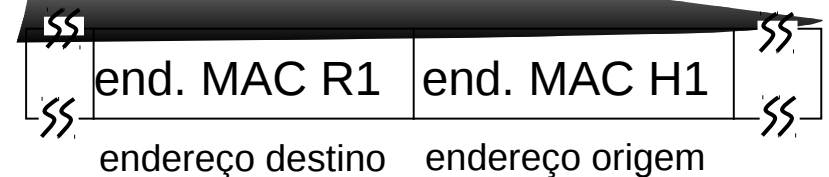
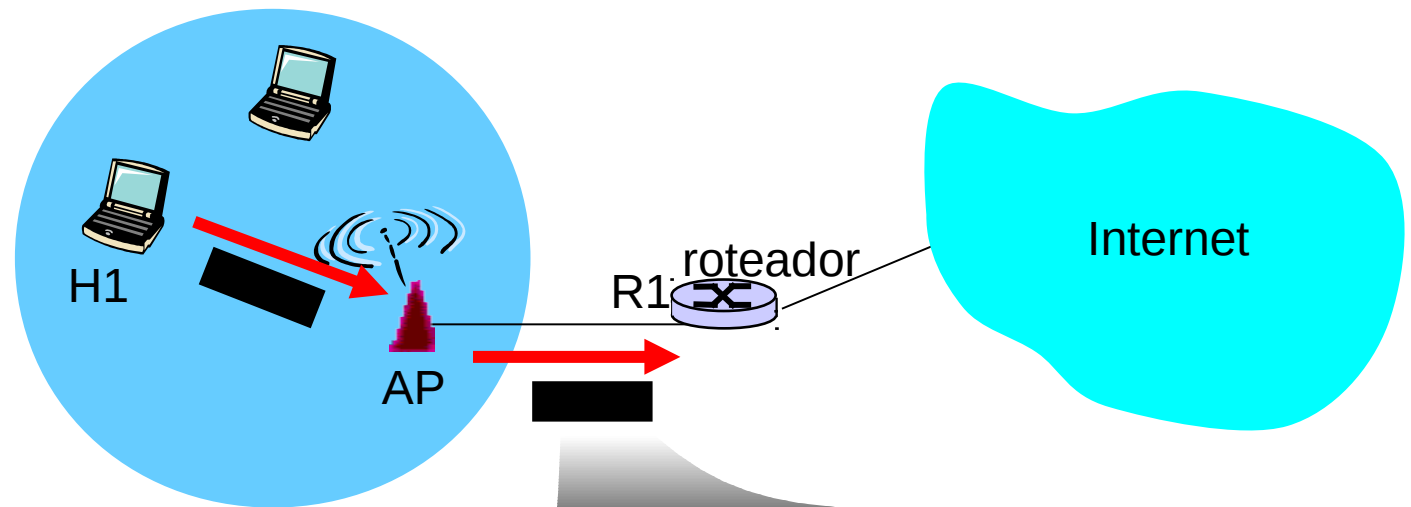
- Quadro do 802.11:
  - End. 01: MAC do “host” sem fio ou AP que receberá este quadro;
  - End. 02: MAC do “host” sem fio ou AP transmitindo este quadro;
  - End. 03: MAC da NIC do Roteador ao qual o AP está conectado;
  - End. 04: usado no modo “ad hoc”.
- Obs.: nros.acima dos rótulos indicam o comprimento do campo em bytes, ou seja, comprimento permitido é de 2312 bytes, mas normalmente o quadro é menor do que 1500 bytes.





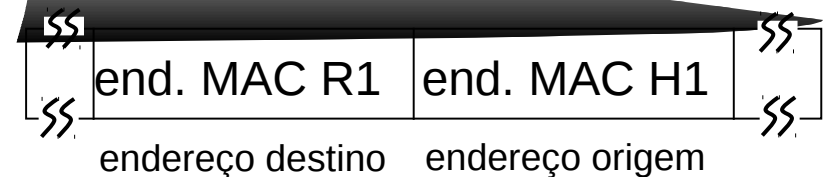
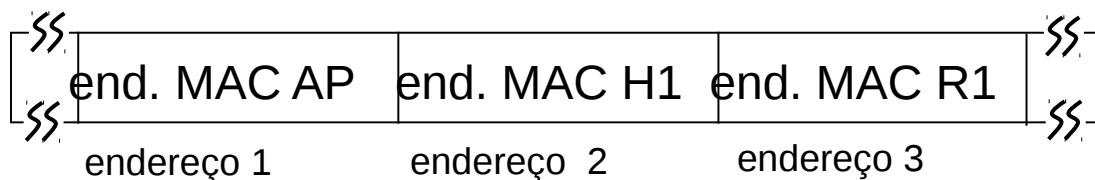
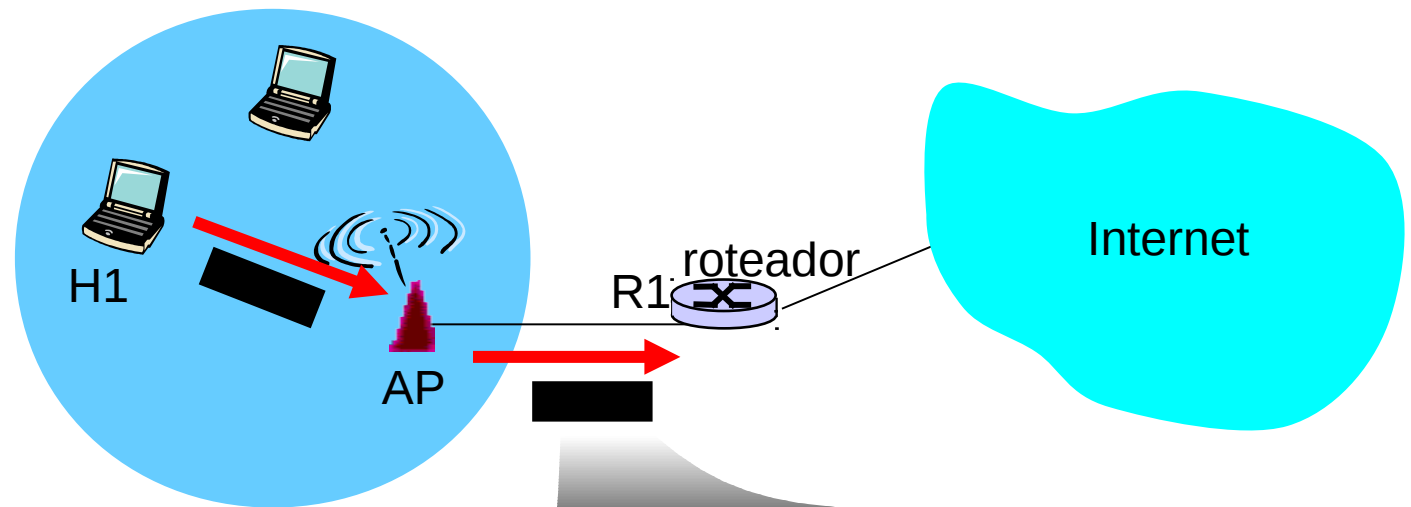
## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.3 WiFi: LANs 802.11 ... 6.3.3 - Quadro 802.11

- ... roteador conhece endereço IP de H1 exatamente como aconteceria em uma LAN Ethernet (End. Destino do Datagrama);
- ... ao obter por ARP o IP de H1, roteador encapsula datagrama em um quadro ethernet (MAC de R1; MAC de H1).



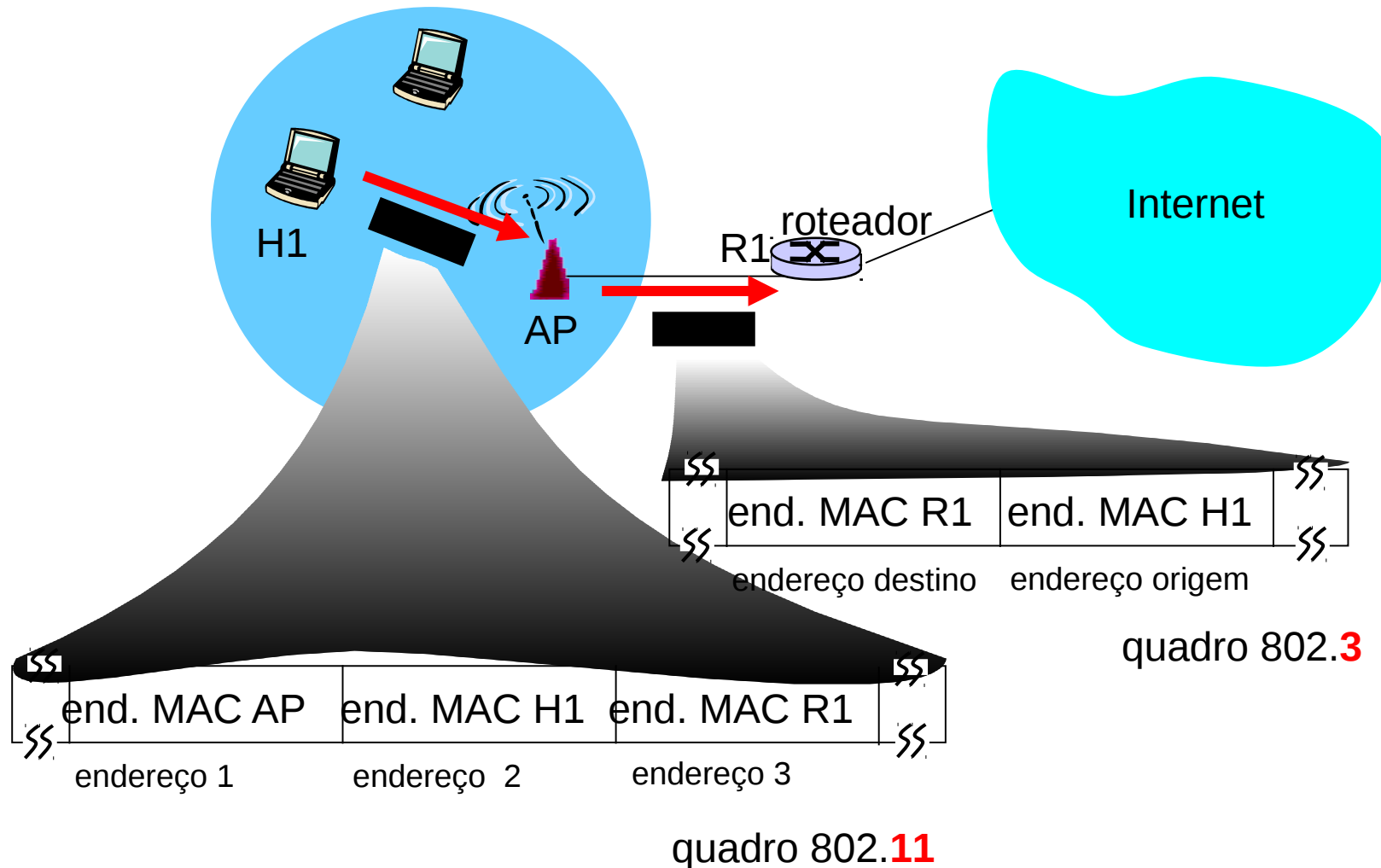
## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.3 WiFi: LANs 802.11 ... 6.3.3 - Quadro 802.11

- ... quando quadro ethernet chega ao AP, é necessário convertê-lo de 802.3 para 802.11 antes de transmití-lo;
- ... AP preenche 01 e 02 com os MAC H1 e MAC AP e para o endereço 03 o MAC do Roteador.



# 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.3 WiFi: LANs 802.11 ... 6.3.3 - Quadro 802.11

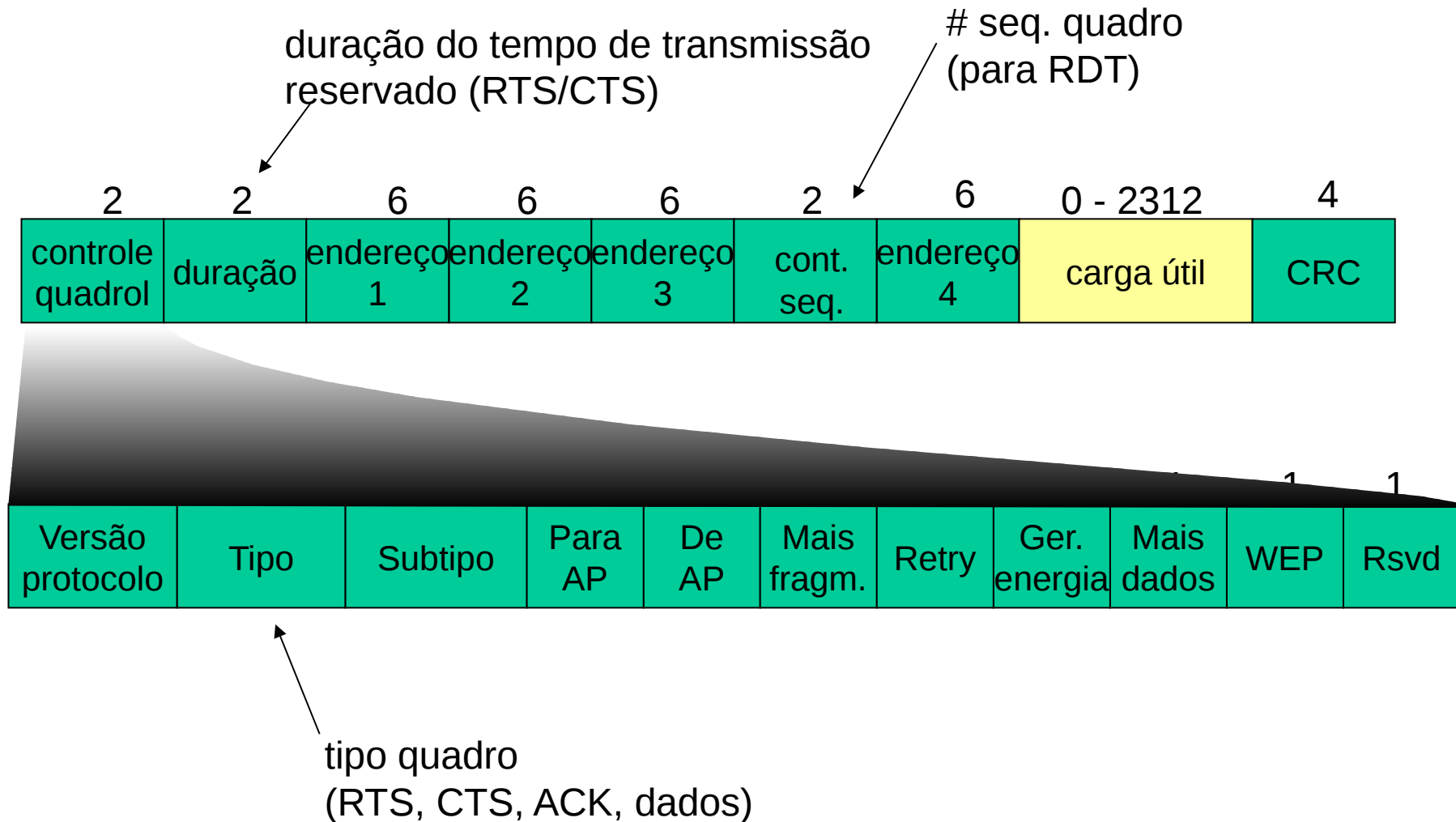
- Frames 802.11 (WiFi) e 802.3 (Rede Cabeada)



# 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.3 WiFi: LANs 802.11

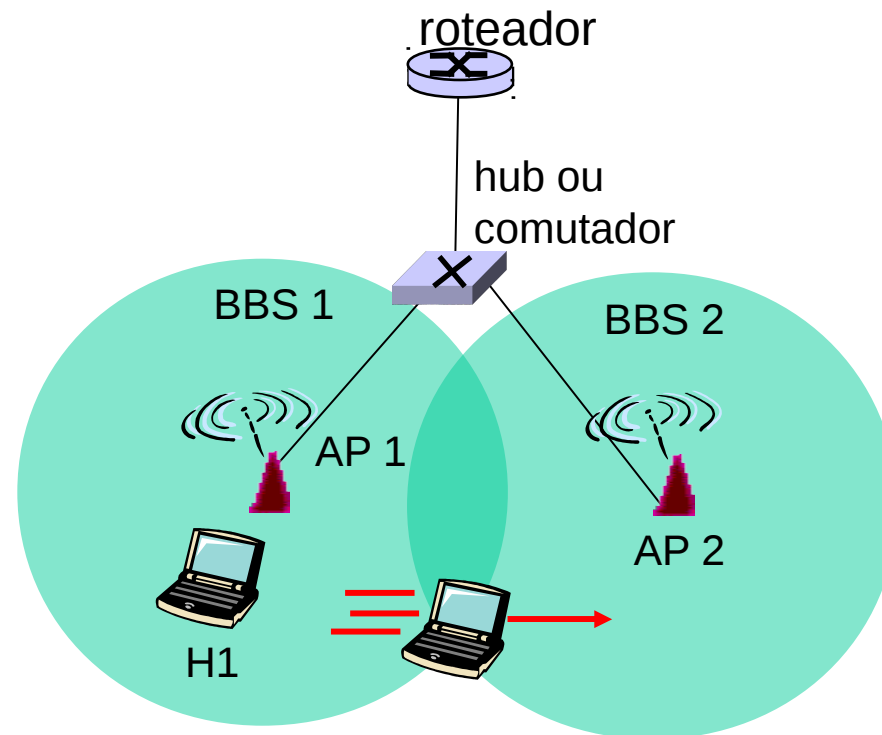
## ... 6.3.3 - Quadro 802.11

- Frame 802.11 com o campo de “controle” expandido:



## 6.3.4 – Mobilidade na Sub-Rede IP

- “objetivo” - para ampliar faixa física de uma rede local sem fio é comum distribuir várias BSSs na mesma Sub-Rede IP;
- ... o que levanta a questão de mobilidade entre os BSSs, ou seja, como estações sem fio passam imperceptivelmente de uma BSS para outra enquanto mantêm sessões TCP em curso ?



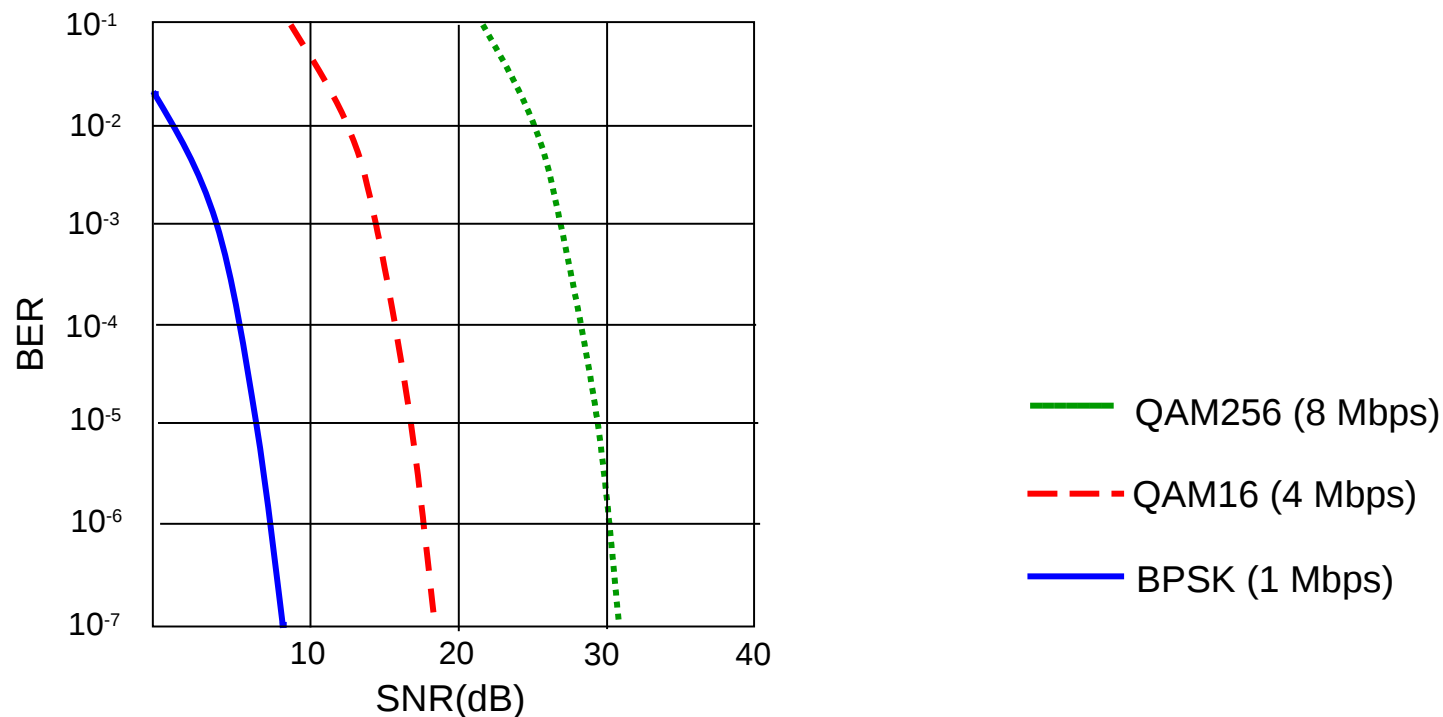
## 6.3.4 – Mobilidade na Sub-Rede IP

- ... o que levanta a questão de mobilidade entre os BSSs, ou seja, como estações sem fio passam imperceptivelmente de uma BSS para outra enquanto mantêm sessões TCP em curso ?
  - H1 permanece na mesma Sub-Rede IP, assim, H1 pode manter seu endereço IP e todas as conexões TCP em curso;
  - ... se o dispositivo de interconexão fosse um roteador, então H1 teria que obter um novo endereço IP na sub-rede para a qual se deslocou;
  - ... tal mudança de endereço interromperia qualquer conexão TCP em curso em H1, na verdade, finalizaria a conexão.
  - H1 passa de BSS1 para BSS2 – medida que se afasta, H1 detecta enfraquecimento do sinal de AP1 e varre em busca de sinal mais forte;
  - ... ao receber sinalização de AP2, H1 se dessassocia de AP1 e se associa a AP2, mantendo, ao mesmo tempo, seu endereço IP e sessões TCP.

## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.3 WiFi: LANs 802.11

### 6.3.5 – Recursos Avançadas em 802.11

- Adaptação da Taxa de Transmissão:
  - estação base ou dispositivo móvel muda a taxa de transmissão dinamicamente (técnica de modulação da camada física);
  - SNR diminui – BER aumenta quando se afasta da estação base;
  - BER muito alto => diminui a taxa de transmissão => BER mais baixo.



## ... 6.3.5 – Recursos Avançadas em 802.11

- Gerenciamento de Energia – permite que os nós minimizem suas funções de percepção, transmissão e recebimento:
  - nó sinaliza para AP que “entrará no modo de dormência”, assim, AP sabe que não deve transmitir quadros para esse nó;
  - temporizador localizado no nó é ajustado para acordar o nó antes do AP ser programado para enviar seus quadros de sinalização (100 ms);
  - quadros de sinalização enviados pelo AP contém uma relação de nós cujos quadros foram armazenados no AP, assim, o nó pode solicitar o envio das mensagens do AP enviando uma mensagem de “polling” ao AP;
  - ... se não houver quadros para serem enviados o nó entra em dormência novamente até o temporizador do nó acordá-lo novamente.

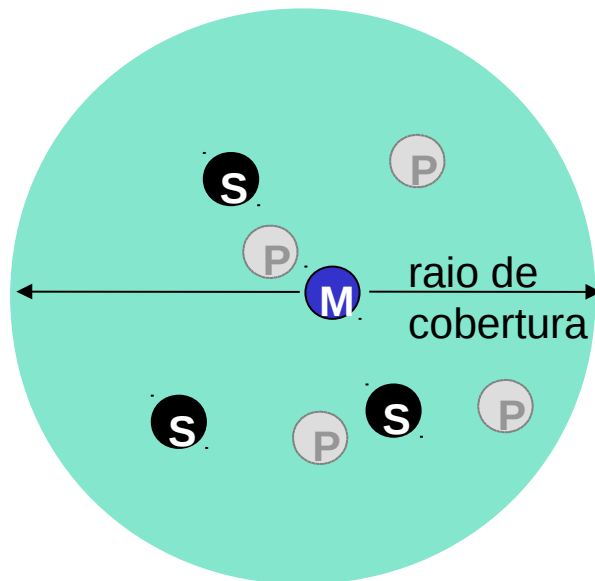


## 6.3.6 – Bluetooth e WiMax

- WiFi IEEE 802.11 é voltado para comunicação entre aparelhos distanciados em até 100m (exceto 802.11 configurado ponto a ponto entre antenas direcionais)
- IEEE 802.15.1 ou Bluetooth é um padrão que permite a comunicação em distâncias menores do que 802.11.
  - rede de área pessoal com menos de 10 m de diâmetro, normalmente permite a substituição de cabos para mouse, teclado e fone;
  - modo de operação “ad hoc” - sem infraestrutura ou modo de operação “mestre/escravo” onde escravos solicitam permissão para enviar, sendo que o nó mestre concede a solicitação para envio.
  - 802.15 opera na faixa de 2,4 a 2,5 GHz (não licenciada) em modo TDM com intervalo de tempo de 625 micro segundos;
  - 802.15.1 pode prover taxa de transmissão de até 4 Mbps.

## ... 6.3.6 – Bluetooth e WiMax

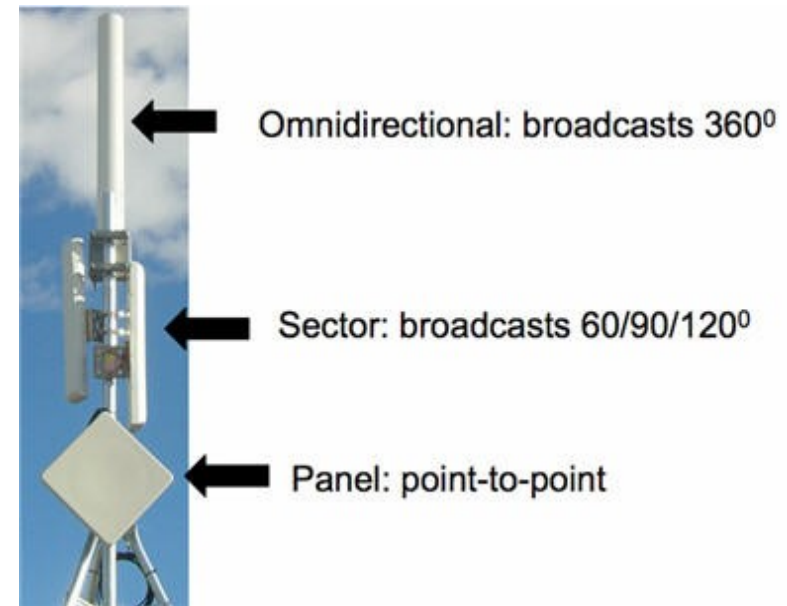
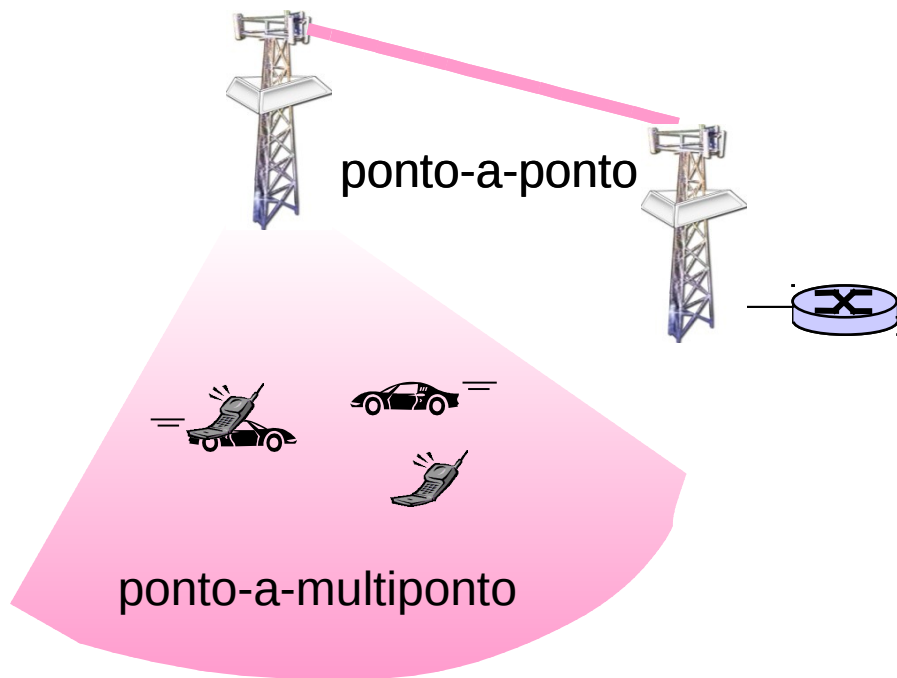
- IEEE 802.15.1 ou Bluetooth é um padrão que permite a comunicação em distâncias menores do que 802.11.
  - rede de área pessoal com menos de 10 m de diâmetro, normalmente permite a substituição de cabos para mouse, teclado e fone;
  - modo de operação “ad hoc” - sem infraestrutura ou modo de operação “mestre/escravo” onde escravos solicitam permissão para enviar, sendo que o nó mestre concede a solicitação para envio.



- **M** Dispositivo mestre
- **S** Dispositivo escravo
- **P** Disp. estacionado (inativo)

## ... 6.3.6 – Bluetooth e WiMax

- IEEE 802.16d e IEEE802.16e são padrões para permitir a comunicação em distâncias maiores do que 802.11 – interoperabilidade mundial para acesso em microondas.

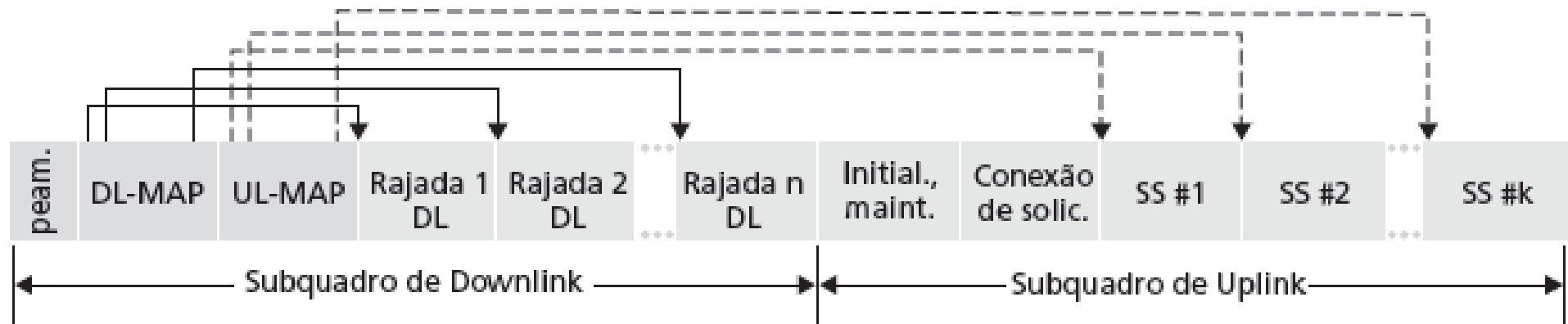


## ... 6.3.6 – Bluetooth e WiMax

- IEEE 802.16d e IEEE802.16e são padrões para permitir a comunicação em distâncias maiores do que 802.11 – interoperabilidade mundial para acesso em microondas.
- assim como no 802.11, contempla estações base cuja comunicação com “host” se dá através de antena direcional;
- comunicação/transporte de estação base para estação base através de antena ponto a ponto com distância entre estações bases de até aproximadamente 6 milhas e 14 Mbps.
  - 1 Milha = 1760 yads; 1 yard = 3 feet; 1 foot = 12 inchs; 1 inch = 2,54 cm
  - 1 Milha Terrestre = (aprox.) 1609 metros

## ... 6.3.6 – Bluetooth e WiMax

- estação base coordena a transmissão de pacotes da camada de enlace nas direções de “downstream” e “upstream”
  - “downstream” - estação base para estação do assinante;
  - “upstream” - estação do assinante para estação base com estrutura de quadro TDM (Time Division Multiplexer);
  - estação base informa através do DL-MAP e UL-MAP quem receberá (downstream) e quem enviará (upstream).



## 6.4 – Acesso Celular à Internet

- Considerando que a Telefonia Celular está em toda parte e em muitas áreas do mundo inteiro, a estratégia natural é a convergência dos serviços de comunicação e de Internet.
- “estratégia natural” - estender a rede de celular de modo a não somente suportar voz mas acesso sem fio à Internet;
- ... idealmente, este acesso tem velocidade razoavelmente alta e provê mobilidade imperceptível e ininterrupta, permitindo ao usuário a manutenção de suas conexões enquanto em trânsito.

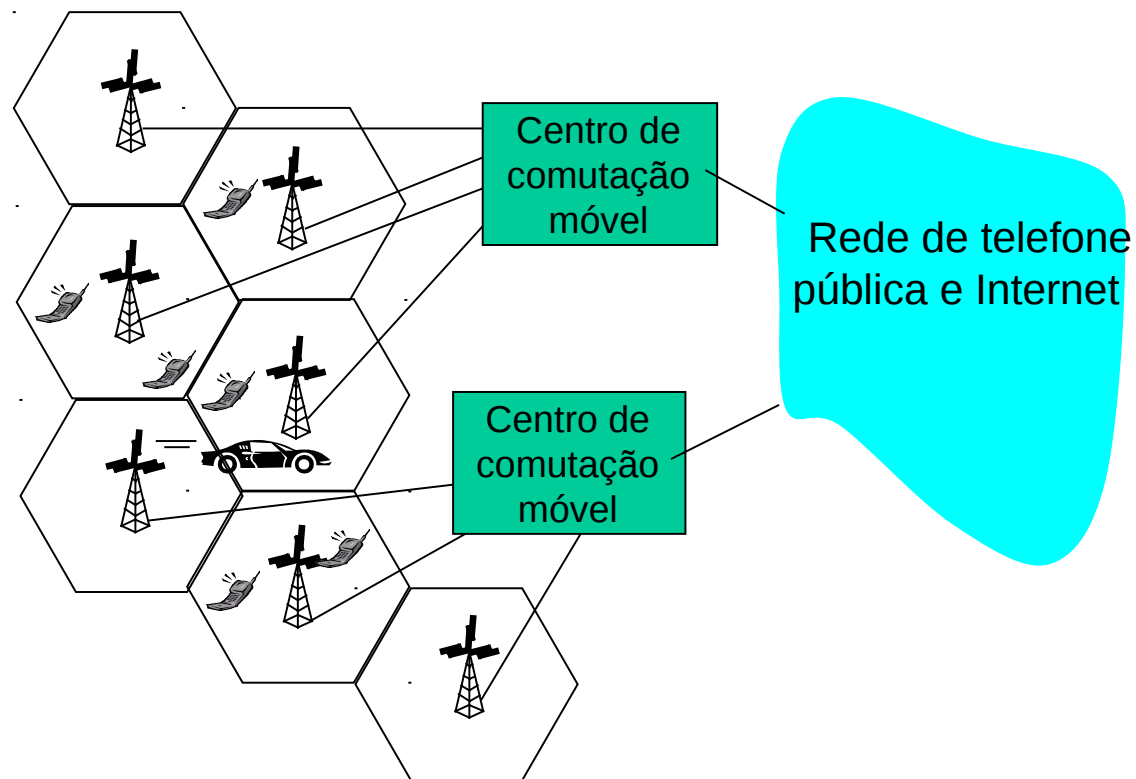
## 6.4.1 – Visão Geral da Arquitetura Celular

- Tecnologia GSM - “Global Mobile System” tornou-se o gigante da telefonia celular com mais de 80% de assinantes no mundo;
- ... classificação da tecnologia se dá pela caracterização das várias gerações e seus serviços disponibilizados.
  - 1G – Sistemas FDMA analógicos para comunicação de voz.
  - 2G – Sistemas projetados para voz foram estendidos para dados.
  - 3G – Sistemas para voz e dados com ênfase crescente na capacidade de dados e enlaces de acesso via rádio com velocidades cada vez maiores.

## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.4 Acesso Celular à Internet

### 6.4.1 – Visão Geral da Arquitetura Celular

- célula – composta de uma estação base e usuários móveis, cobre uma extensão geográfica semelhante ao Padrão 802.11
  - usuários móveis se conectam à rede através da BS e utilizam o protocolo da camada física e de enlace entre a nó móvel e a BS.





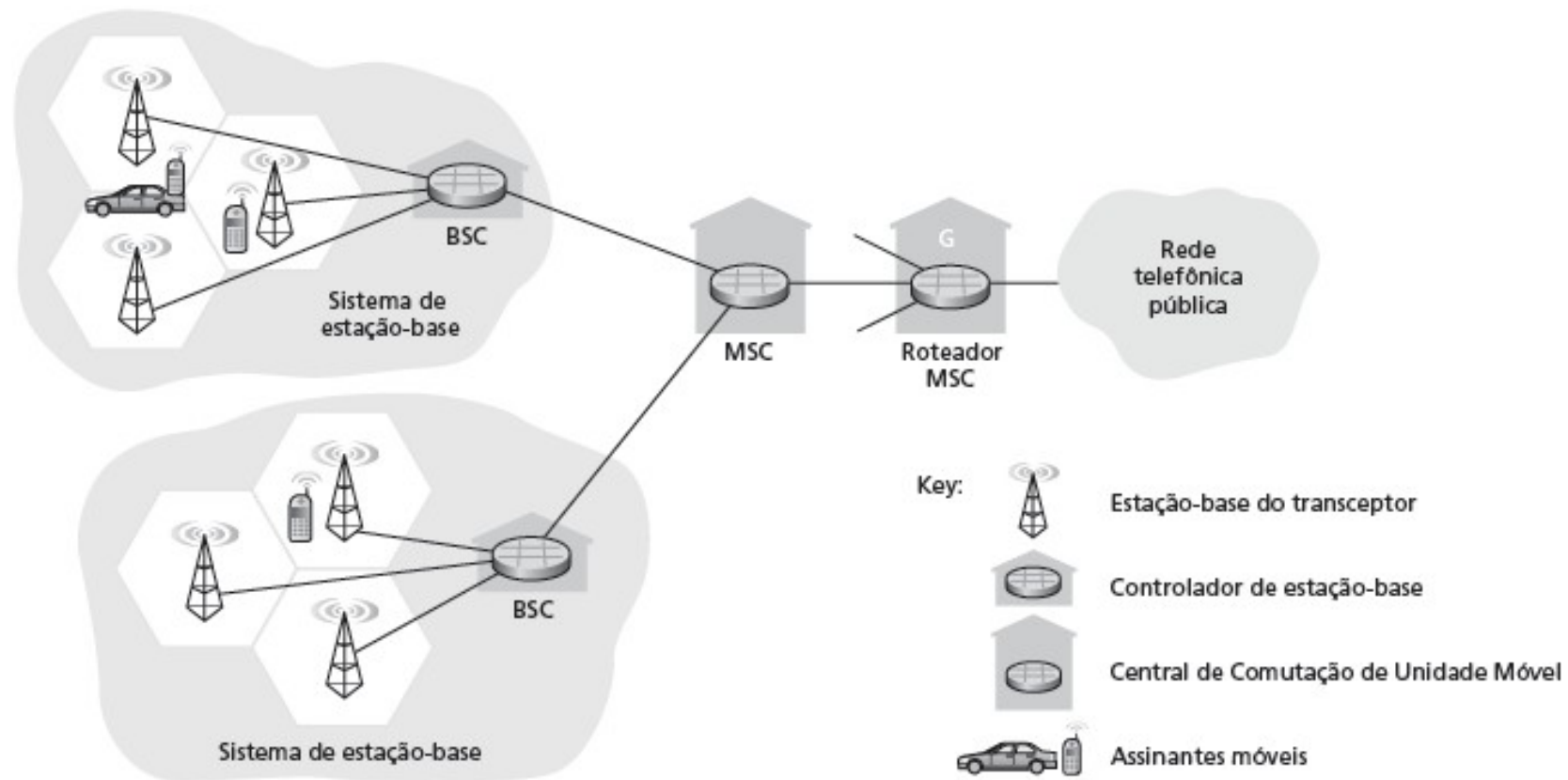
## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.4 Acesso Celular à Internet

### ... 6.4.1 – Visão Geral da Arquitetura Celular

- célula – composta de uma estação base e usuários móveis, cobre uma extensão geográfica semelhante ao Padrão 802.11
  - usuários móveis se conectam à rede através da BS e utilizam o protocolo da camada física e de enlace entre a nó móvel e a BS.
  - ... embora a figura mostrae uma BTS possicionada no meio da célula, é comum possicionar uma BTS na intersecção de 03 células de modo que uma única BTS com antenas direcionais atenda a 03 células.
  - Padrão GSM para 2G utiliza FDM/TDM, ou seja, canal é dividido em “F” sub-bandas de frequências e dentro de cada sub-banda o tempo é dividido em “T” intervalos, assim o canal poderá suportar “F \* T” chamadas.
  - GSM consiste de bandas de frequência de 200 KHz com 08 chamadas TDM e codifica a voz em 13 Kbps e 12,2 Kbps.
  - IS-95 CDMA e CDMA 2000 utilizam acesso múltiplo por divisão do código e são incompatíveis com o Padrão GSM FDM/TDM.

## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.4 Acesso Celular à Internet ... 6.4.1 – Visão Geral da Arquitetura Celular

- Sistema 2G – GSM (Global System for Mobile communications):  
FDMA/TDMA combinados.



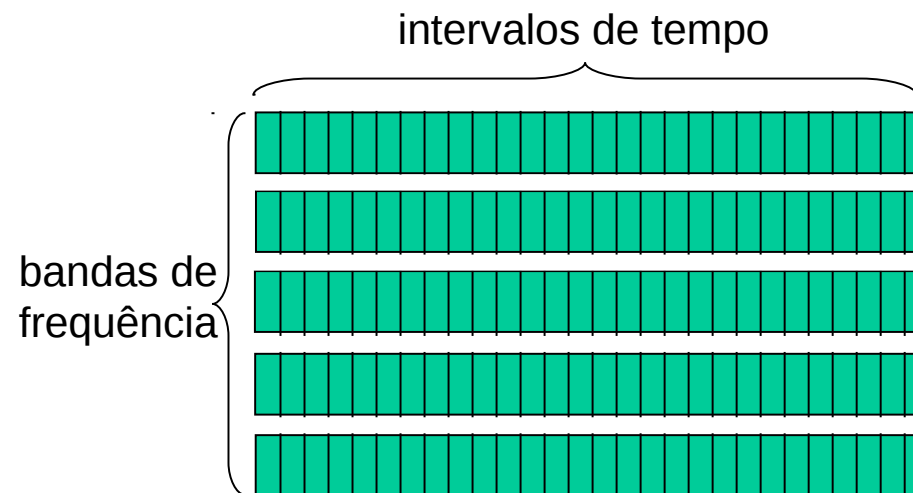
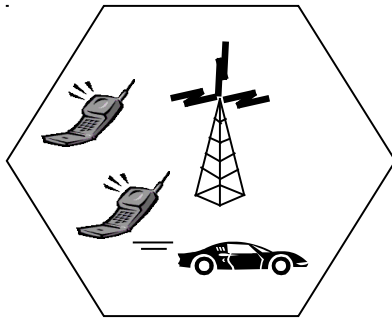
## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.4 Acesso Celular à Internet

### ... 6.4.1 – Visão Geral da Arquitetura Celular

- BSC (Base Station Controller) situa-se em uma BTS (Base Transceiver Station), embora normalmente controle 10s de BTSs.
- BSC tem por função alocar canais de rádio da BTS para assinantes móveis e encontrar a célula na qual reside um usuário bem como realizar transferências de usuários móveis;
- BSC constituem juntamente com suas BTSs um sistema de estação base ou BSS “Base Station System” GSM.
- MSC “Mobile Station Controller” é responsável pela contabilidade e autorização do usuário, estabelecimento da chamada, interrupção da chamada e transferências de chamada;
- MSC pode conter até 05 BSCs, ou seja, aproximadamente 200 K assinantes por MSC.

## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.4 Acesso Celular à Internet ... 6.4.1 – Visão Geral da Arquitetura Celular

- 02 técnicas para compartilhar espectro de rádio de estação móvel para estação base: FDMA/TDMA combinados ou CDMA;
  - FDMA/TDMA combinados – divide o espectro em canais de frequência e na sequência divide cada canal em intervalos de tempo.
  - CDMA (Code Division Multiple Access)



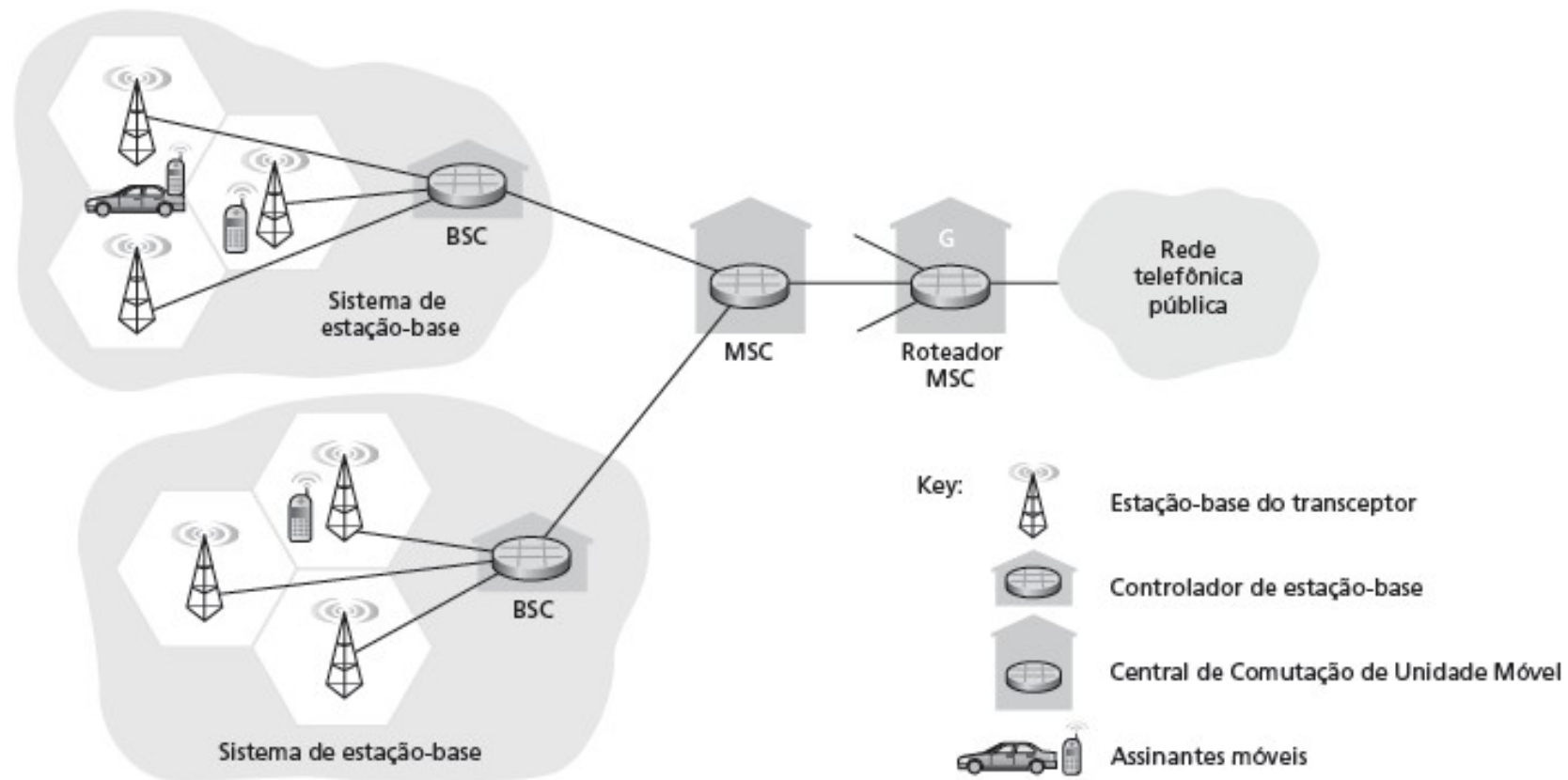
## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.4 Acesso Celular à Internet

### ... 6.4.1 – Visão Geral da Arquitetura Celular

- 02 técnicas para compartilhar espectro de rádio de estação móvel para estação base: FDMA/TDMA combinados ou CDMA;
  - FDMA/TDMA combinados – divide o espectro em canais de frequência e na sequência divide cada canal em intervalos de tempo.
  - CDMA (Code Division Multiple Access)
  
- Sistema 2G – canais de voz:
  - IS-136 TDMA: FDMA/TDMA combinados (América do Norte);
  - GSM (Global System for Mobile communications): FDMA/TDMA
  - IS-95 CDMA (Code Division Multiple Access)

## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.4 Acesso Celular à Internet ... 6.4.1 – Visão Geral da Arquitetura Celular

- Sistema 2G – GSM (Global System for Mobile communications):  
FDMA/TDMA combinados.

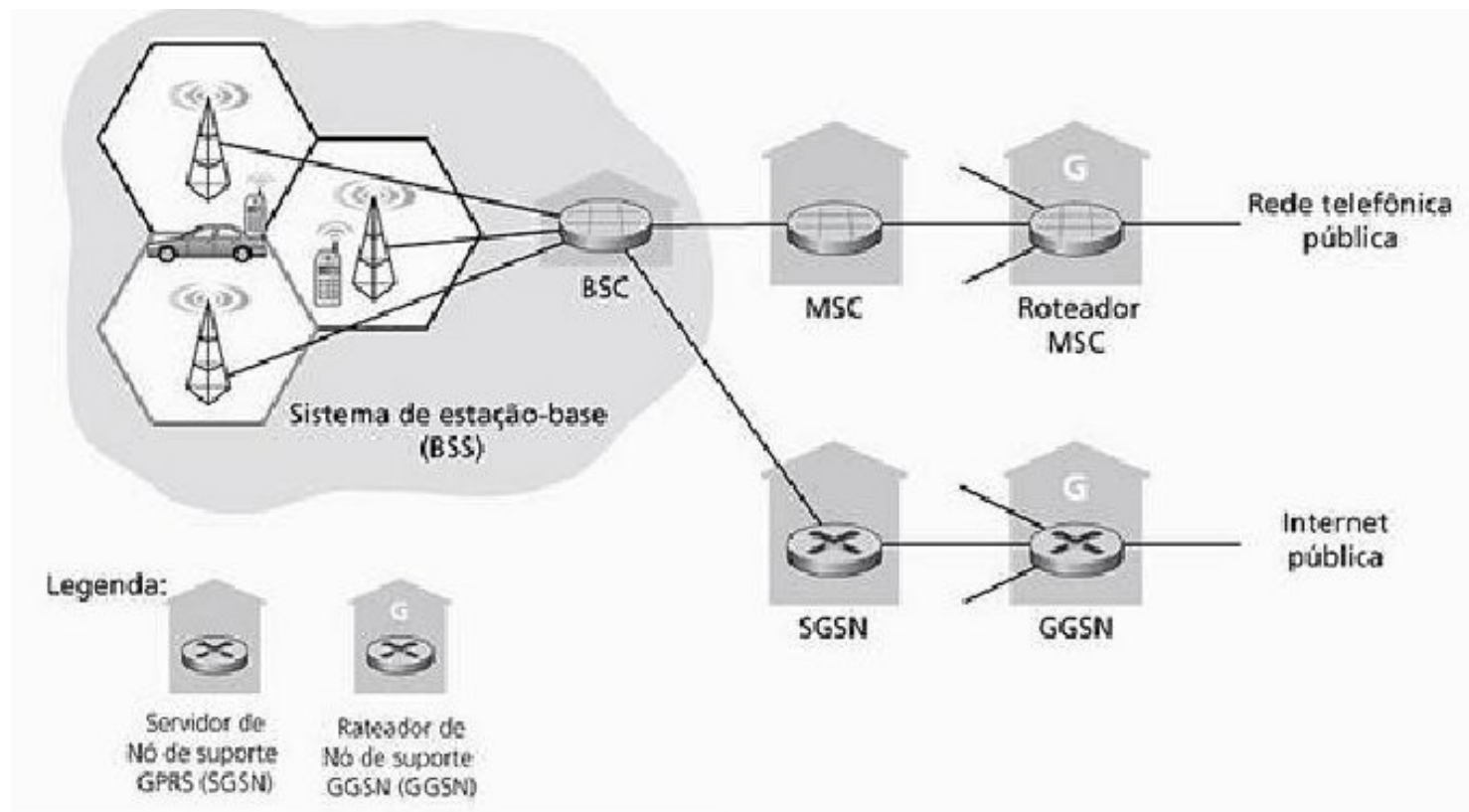


## ... 6.4.1 – Visão Geral da Arquitetura Celular

- “acesso à internet via celular” - utilização de uma conexão de telefone celular como uma conexão de discagem para um ISP;
- “desvantagem” - lentas taxas de transmissão, normalmente 10s de Kbps em uma conexão de discagem celular.
- Sistema 2,5G GSM – extensão do Sistema 2G para prover máximo acesso à Internet com linhas de alta largura de banda, sem no entanto modificar o núcleo da Rede GSM;
- ... isto se dá como uma função complementar na Rede GSM por meio de uma rede de nós distinta chamada SGSN “Service GPRS Support Node” da Rede GPRS “General Packet Radio Service”.

## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.4 Acesso Celular à Internet ... 6.4.1 – Visão Geral da Arquitetura Celular

- GGSN “Gateway GPRS Support Node” age como uma interface e um roteador para a rede externa, ou seja, ...
- ... contém informações de rota que são usadas para encaminhar pacotes através do “backbone” interno baseado em IP.





## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.4 Acesso Celular à Internet

### ... 6.4.1 – Visão Geral da Arquitetura Celular

- Sistema 2,5G – canal de voz e dados:
  - ... evolução do 2G enquanto 3G não foi disponibilizado;
  - GPRS (General Packet Radio Service) – constitui uma evolução do GSM no qual dados são enviados em múltiplos canais (se disponíveis);
  - EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution) – evolução do GSM, utiliza modulação avançada com taxas de dados de até 384 Kbps;
  - CDMA (Code Division Multiple Access) – evolução do IS-95, contempla taxa de dados de até 144 Kbps.

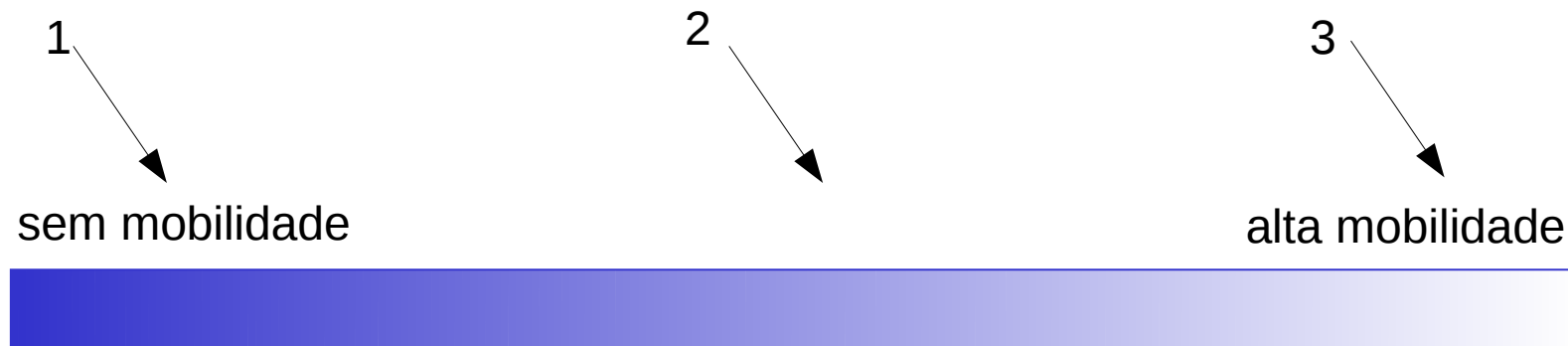
## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.4 Acesso Celular à Internet

### ... 6.4.1 – Visão Geral da Arquitetura Celular

- Sistema 3G – canal de voz e dados:
  - UMTS (Universal Mobile Telecommunications Service) com serviço de dados HSDPA/HSUPA (High Speed Uplink/Downlink Packet Access) oferecendo taxa de 3 Mbps
  - CDMA-2000 (Code Division Multiple Access) em intervalos TDMA contemplando taxa de transmissão de 14 Mbps.
- Sistemas 3G – provê serviço de telefone e de comunicação de dados com taxas superiores ao Sistema 2,5G:
  - 144 Kbps em velocidades de automóveis;
  - 384 Kbps em uso estacionário em um ambiente externo;
  - 2 Mbps em uso estacionário ou não em um ambiente interno.

## 6.5 – Gerenciamento de Mobilidade

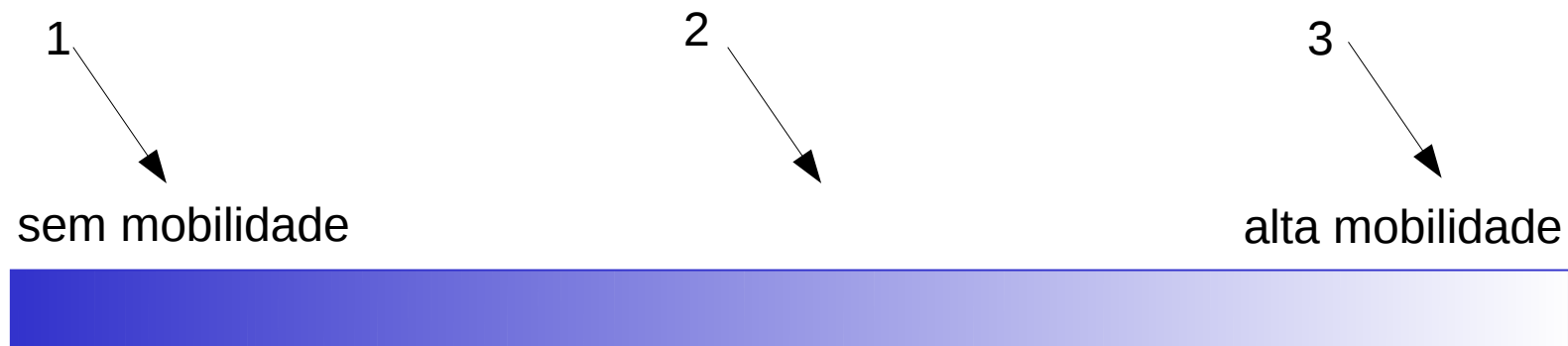
- Espectro de mobilidade do ponto de vista de rede:
  - 1) usuário “wireless” usando o mesmo ponto de acesso;
  - 2) usuário “wireless” se movimenta entres redes de acesso, encerrando/ iniciando conexões e enquanto se movimenta entre redes;
  - 3) usuário “wireless” passando por ponto de acesso múltiplo mantendo durante o movimento a conexão, p.ex., telefone celular.



## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.5 Gerenciamento de Mobilidade

### ... 6.5 – Gerenciamento de Mobilidade

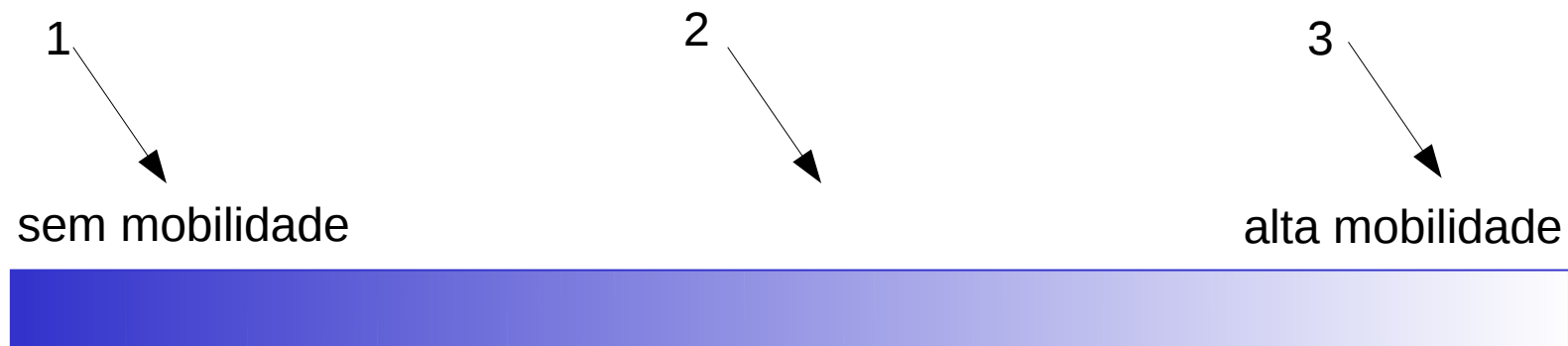
- Considerando os diferentes significados de mobilidade, cabe a discussão quantos as dimensões da mobilidade:
- ... do ponto de vista da camada de rede, ou mesmo camada de enlace, até que ponto um usuário é móvel ?
  - e.g., usuário móvel com um “laptop” equipado com placa “wireless” dentro de um edifício associado ao mesmo ponto de acesso;
  - ... este usuário não é móvel do ponto de vista da camada de rede e nem do ponto de vista da camada de enlace, pois está associado ao mesmo ponto de acesso independente da localização.



## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.5 Gerenciamento de Mobilidade

### ... 6.5 – Gerenciamento de Mobilidade

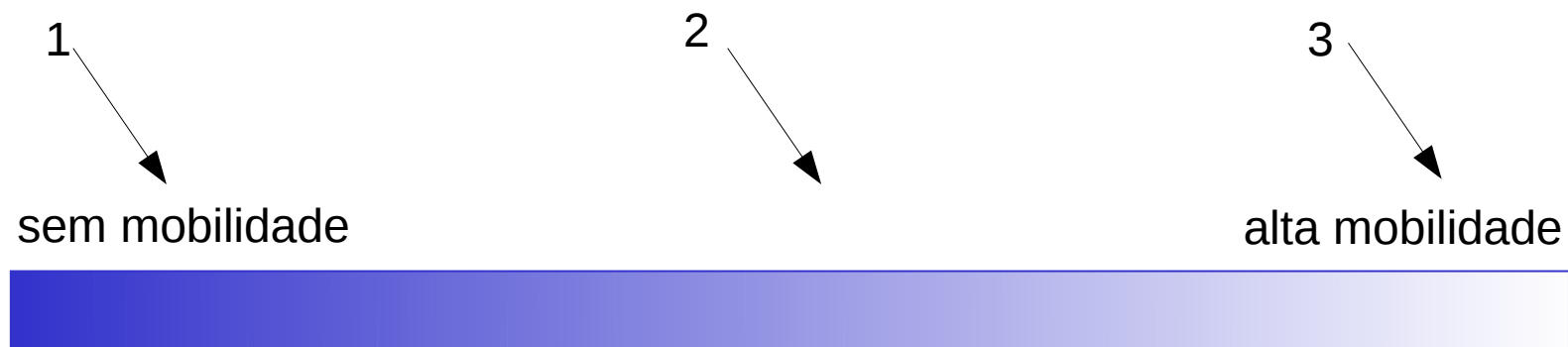
- Considerando os diferentes significados de mobilidade, cabe a discussão quantos as dimensões da mobilidade:
- ... qual o interesse do nó móvel permanecer o mesmo ?
  - e.g., ... se um dispositivo móvel manter o seus endereços (IP e Ports) enquanto estiver em trânsito, a mobilidade torna-se invisível do ponto de vista da aplicação sendo, assim, de grande valor.
  - e.g., ... considere um usuário com um “laptop” que o desliga no escritório e que ao levá-lo para casa deseja continuar o trabalho iniciado no escritório;
  - ... neste cenário os endereços (IP e Ports) pode não ser tão importante.



## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.5 Gerenciamento de Mobilidade

### ... 6.5 – Gerenciamento de Mobilidade

- Considerando os diferentes significados de mobilidade, cabe a discussão quantos as dimensões da mobilidade:
- ... qual a infraestrutura cabeada de suporte disponível ? ... e se tal infraestrutura não existir ?
  - ... em todos os cenários discutidos, assume-se que existe uma infraestrutura fixa à qual o usuário pode se conectar: Rede ISP; Rede “Wireless” no local de trabalho; Rede de Acessos ao longo de avenidas.
  - ... caso esta infraestrutura não esteja disponível e estiverem a uma distância que permita comunicação, uma conexão pode ser estabelecida.



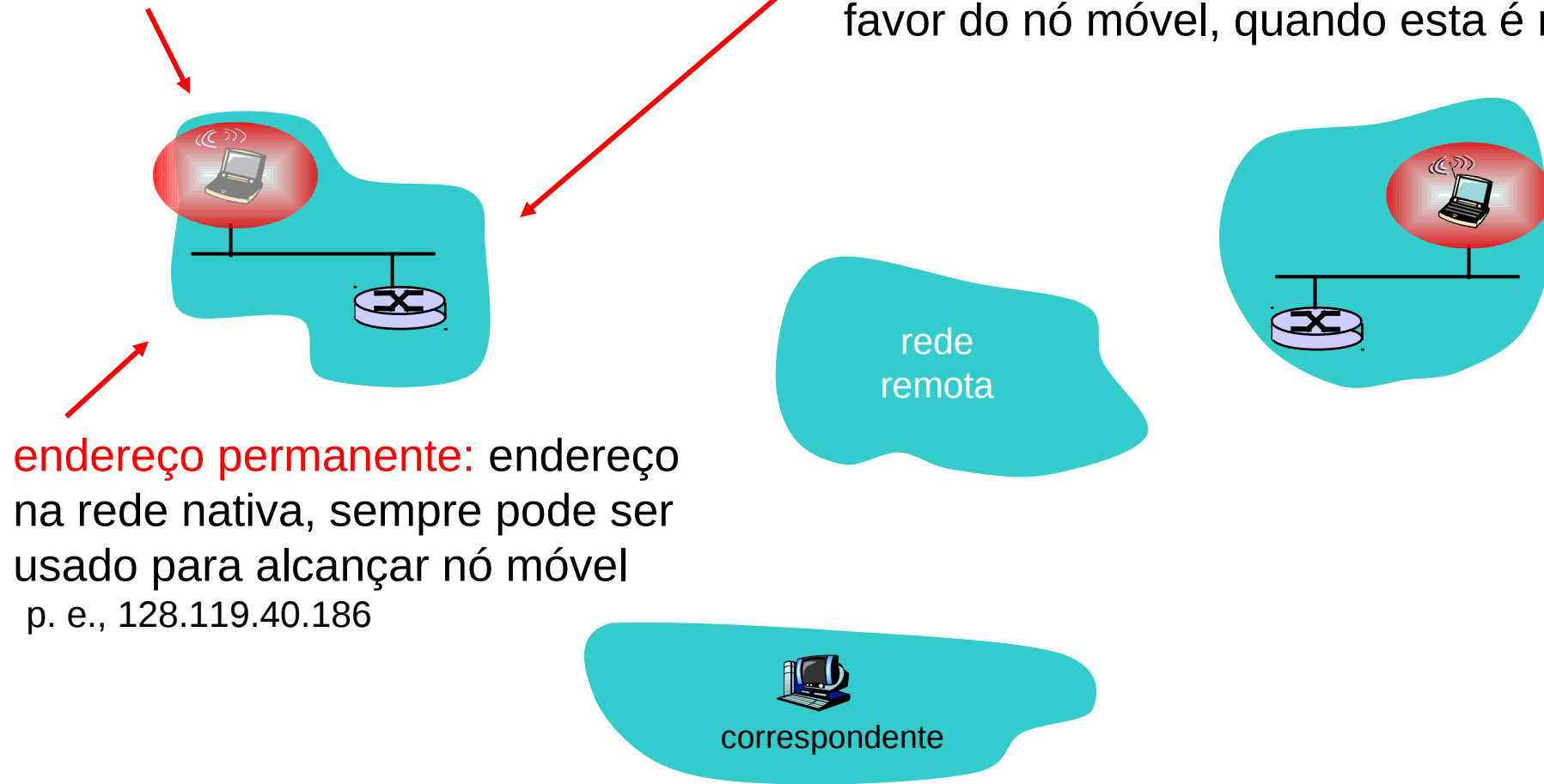
# 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.5 Gerenciamento de Mobilidade

## ... 6.5 – Gerenciamento de Mobilidade

**rede nativa - “home network”:**

“lar” permanente do nó móvel  
(p. e., 128.119.40/24)

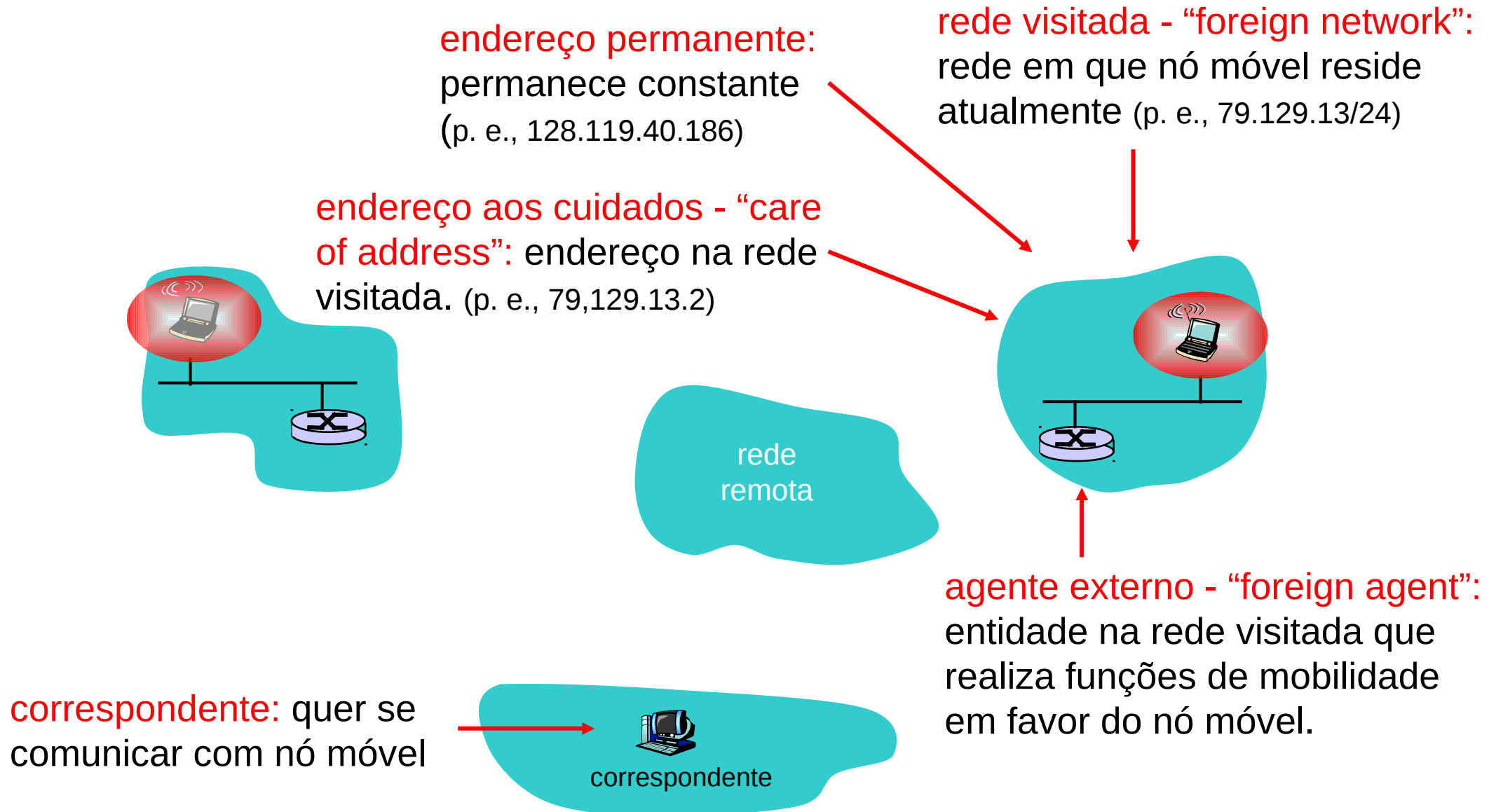
**agente nativo - “home agent”:** entidade que realizará funções de mobilidade em favor do nó móvel, quando esta é remota.



**endereço permanente:** endereço na rede nativa, sempre pode ser usado para alcançar nó móvel  
p. e., 128.119.40.186

# 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.5 Gerenciamento de Mobilidade

## ... 6.5 – Gerenciamento de Mobilidade





## 6.5.1 – Endereçamento do Nó Móvel

- “técnicas de mobilidade” - responsabilidade recai nos roteadores/comutadores ou no sistema final - “host”.
- roteamento é o responsável - roteadores anunciam o endereço permanente do nó móvel que agora reside em sua rede por meio da troca de tabela de roteamento;
  - ... tabelas de roteamento indicam onde cada nó móvel está localizado e não há mudanças nos sistemas finais.
- sistema final é o responsável
  - roteamento indireto - comunicação do correspondente ao nó móvel passa por agente nativo, para depois ser encaminhada ao agente remoto.
  - roteamento direto: correspondente recebe endereço externo do nó móvel, e pode se comunicar diretamente com ele.

## ... 6.5.1 – Endereçamento do Nó Móvel

- “técnicas de mobilidade” - responsabilidade recai nos roteadores/comutadores ou no sistema final - “hosts”.
- roteamento é o responsável - roteadores anunciam o endereço permanente do nó móvel que agora reside em sua rede por meio da troca de tabela de roteamento;
  - ... tabelas de roteamento indicam onde cada nó móvel está localizado e não há mudanças nos sistemas finais.



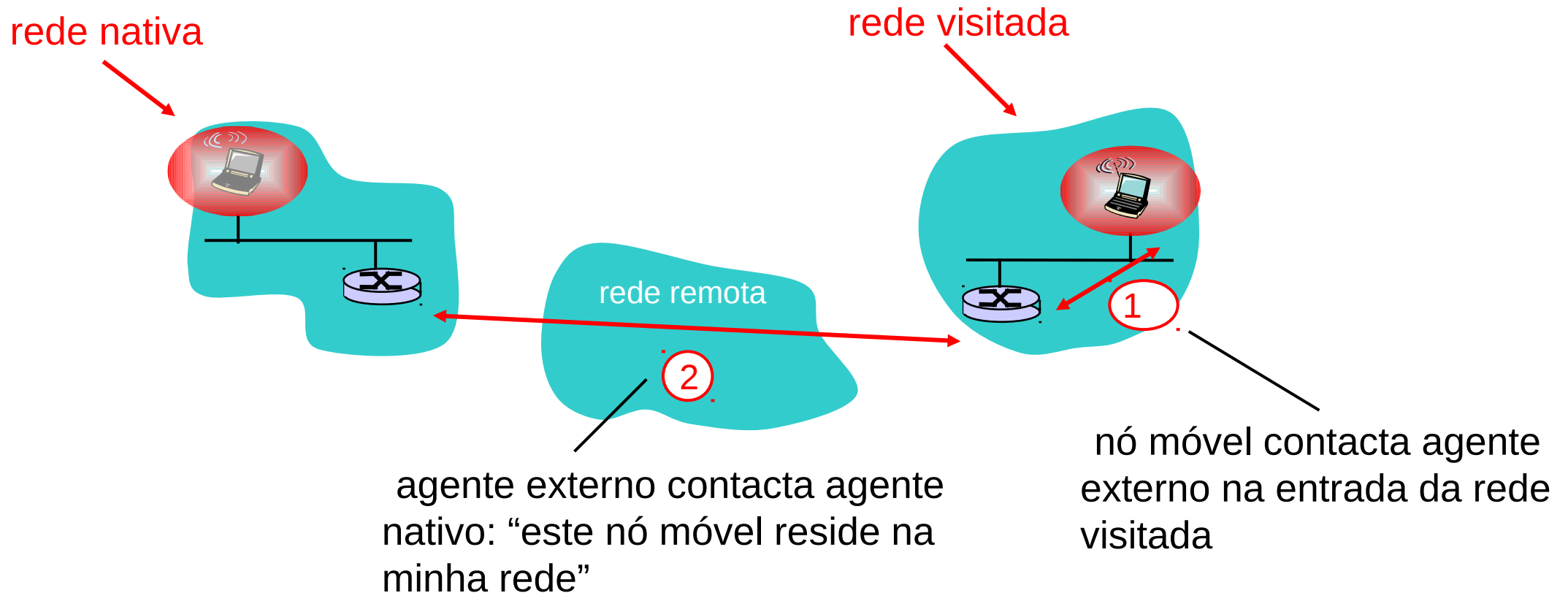
## ... 6.5.1 – Endereçamento do Nó Móvel

- “técnicas de mobilidade” - responsabilidade recai nos roteadores/comutadores ou no sistema final - “host”.
- sistema final é o responsável
  - roteamento indireto - comunicação do correspondente ao nó móvel passa por agente nativo, para depois ser encaminhada ao agente remoto.
  - roteamento direto: correspondente recebe endereço externo do nó móvel, e pode se comunicar diretamente com ele.
- Há 02 endereços associados ao nó móvel: “endereço permanente” e o “endereço aos cuidados de” ou “care of address”.
- “foreign agent” - informa ao “home agent” que o nó móvel está residindo em sua rede e possui o endereço “w.x.y.z” (COA).

## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.5 Gerenciamento de Mobilidade

### 6.5.2 – Roteamento para o Nó Móvel

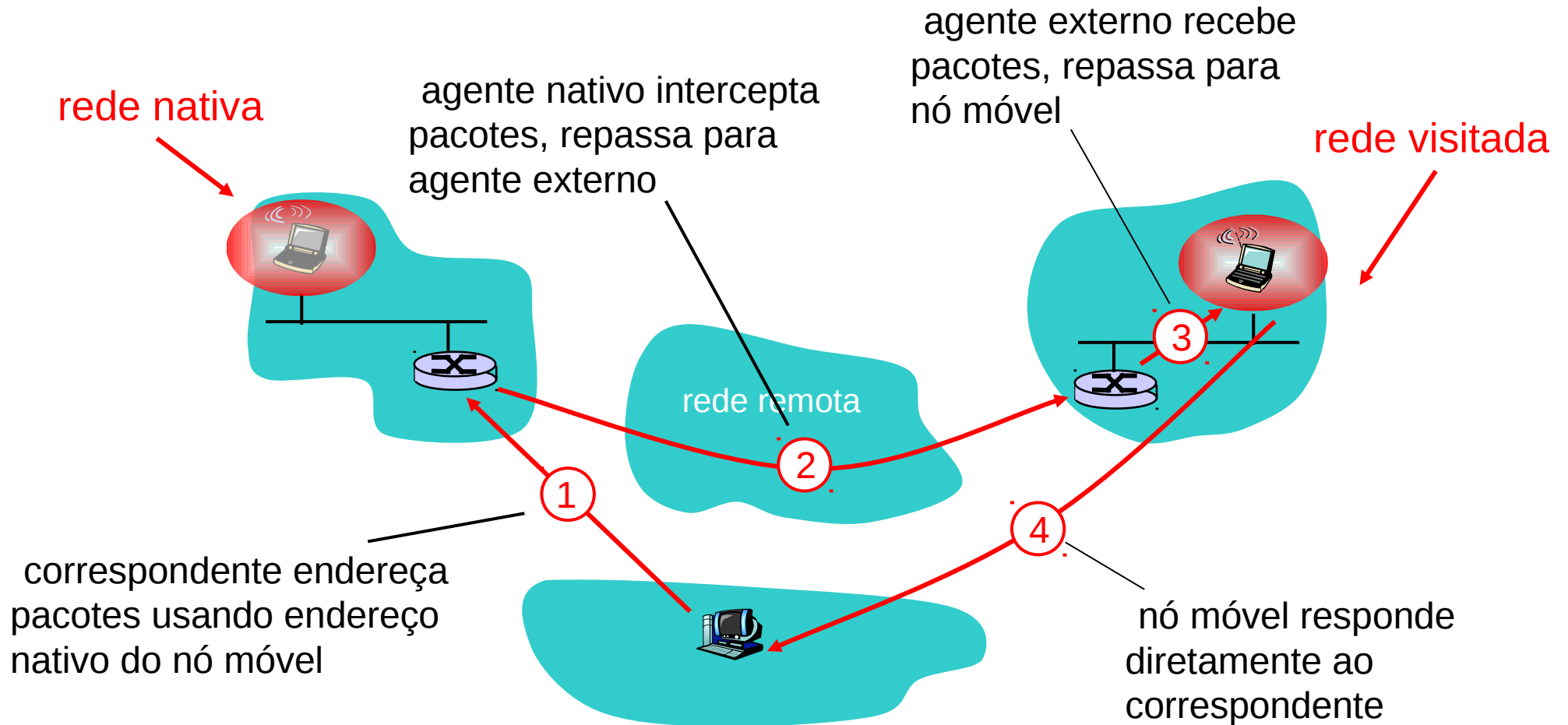
- mobilidade - registro:
  - agente externo sabe do nó móvel;
  - agente nativo conhece a localização do nó móvel.



# 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.5 Gerenciamento de Mobilidade

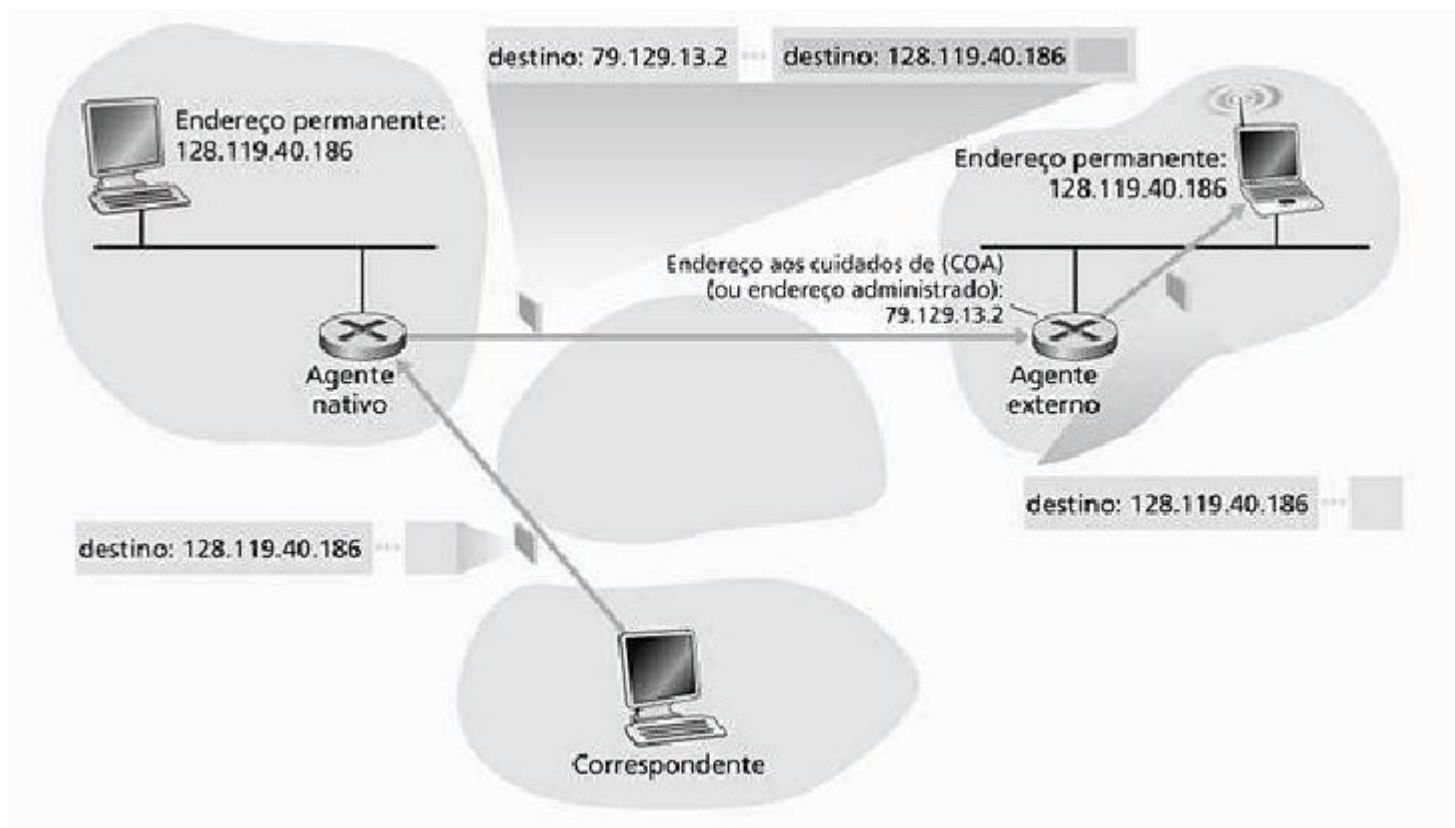
## ... 6.5.2 – Roteamento para o Nó Móvel

- Mobilidade através do Roteamento Indireto.



## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.5 Gerenciamento de Mobilidade ... 6.5.2 – Roteamento para o Nó Móvel

- ... datagrama original de um correspondente sendo enviado para a rede local e na sequência sendo encapsulado e enviado ao agente externo que o desencapsula para entregar ao nó móvel.



## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.5 Gerenciamento de Mobilidade

### ... 6.5.2 – Roteamento para o Nó Móvel

- Discussão acerca do Roteamento Indireto:
- ... nó móvel usa dois endereços:
  - endereço permanente - usado pelo correspondente (daí o local do nó móvel ser transparente ao correspondente);
  - endereço aos cuidados - usando pelo agente nativo para repassar datagrams ao nó móvel.
- ... funções do agente externo podem ser feitas pelo próprio nó móvel;
- ... roteamento triangular, ou seja, “correspondente” se comunica com “rede nativa” que se comunica com “nó móvel” => ineficaz quando correspondente e nó móvel estão na mesma rede.

## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.5 Gerenciamento de Mobilidade

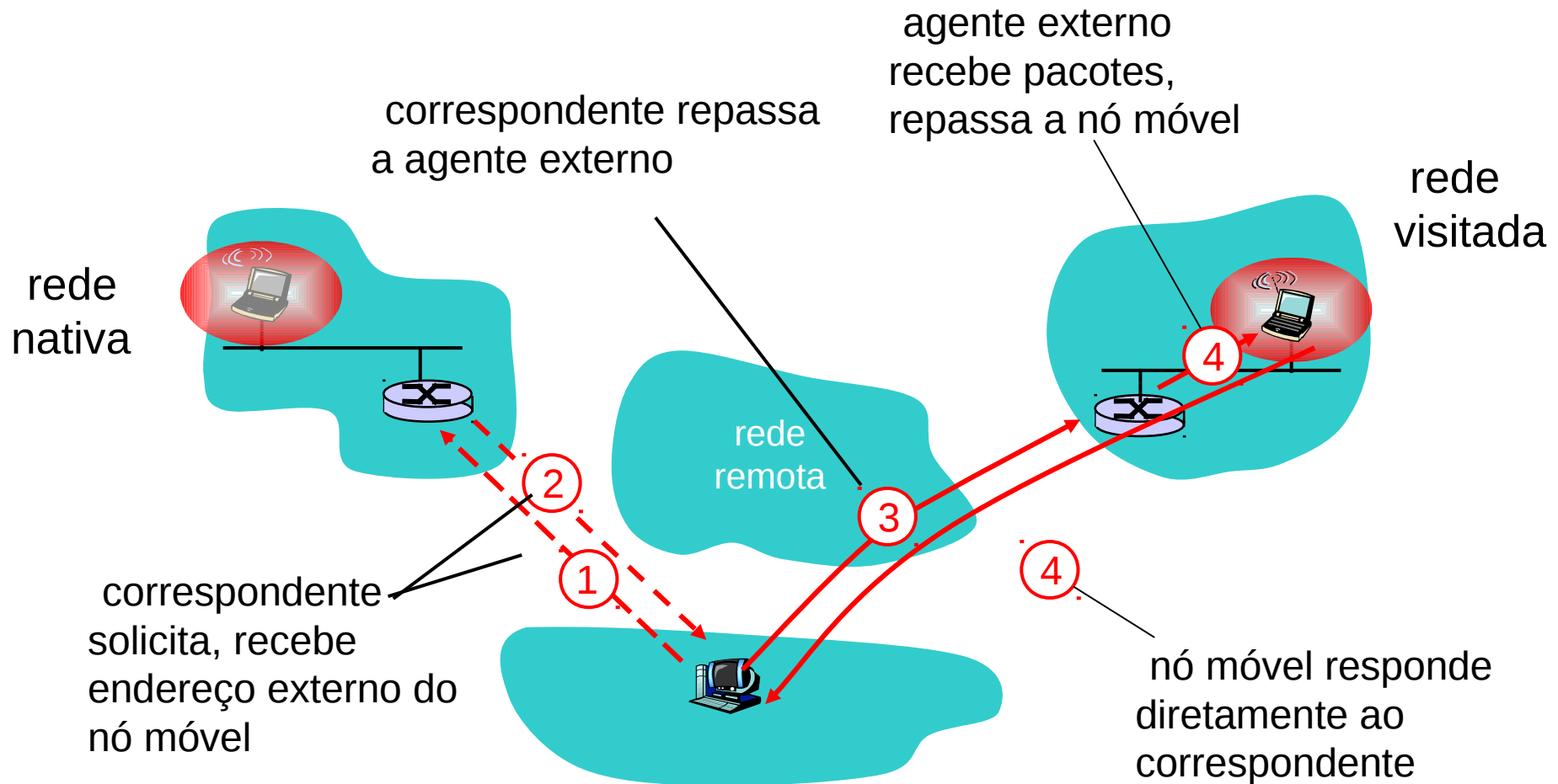
### ... 6.5.2 – Roteamento para o Nó Móvel

- O que ocorre quando nó move-se entre redes ?!
  - suponha que o nó móvel mova-se para outra rede e se registra com novo agente da nova rede, ou seja, com o agente externo;
  - agente externo registra-se com o agente nativo;
  - agente nativo atualiza endereço aos cuidados para nó móvel;
  - pacotes continuam a ser encaminhados ao nó móvel pelo agente nativo (mas com o endereço aos cuidados).
  - assim, mudança entre redes externas é transparente, ou seja, conexões ativas podem ser mantidas operando.
- Eventual perda de datagramas quando um nó móvel se desloca entre redes pode ser tratado nas camadas superiores.



# 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.5 Gerenciamento de Mobilidade ... 6.5.2 – Roteamento para o Nó Móvel

- Mobilidade através do Roteamento Direto:



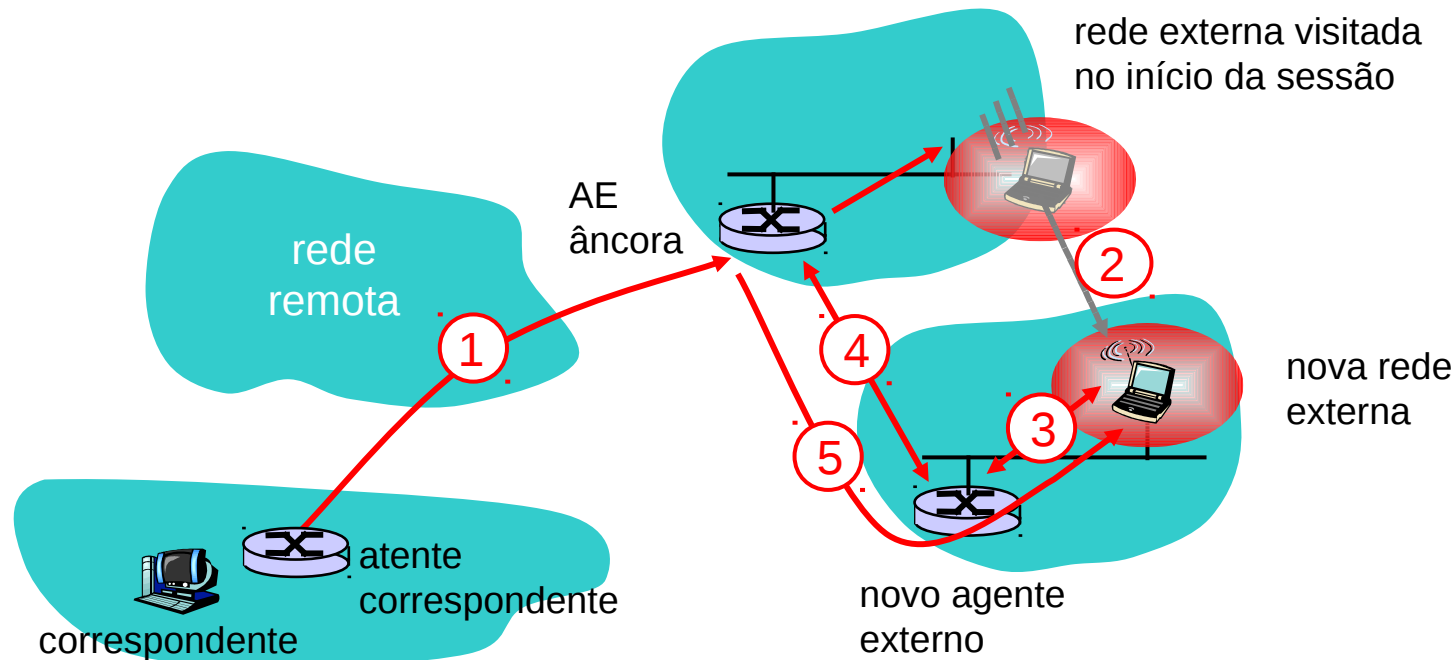
## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.5 Gerenciamento de Mobilidade

### ... 6.5.2 – Roteamento para o Nó Móvel

- Discussão acerca do Roteamento Direto:
  - contorna problema do roteamento triangular;
  - correspondente deve obter endereço aos cuidados do agente nativo, ou seja, comunicação não é transparente ao correspondente.
  - caso o nó móvel se desloque para um nova rede (rede visitada 2), um novo endereço deverá ser obtido, exigindo que o correspondente obtenha este novo endereço do agente nativo ?!
  - neste caso o agente externo da rede visitada 1 torna-se o agente âncora, o que permite que os dados sejam roteados primeiro para o agente externo da rede visitada 1 e dele para o nó móvel;
  - quando o nó móvel chega à rede visitada 2, o mesmo informa ao agente externo desta rede o endereço do agente externo da rede visitada 1.

## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.5 Gerenciamento de Mobilidade ... 6.5.2 – Roteamento para o Nó Móvel

- neste caso o agente externo da rede visitada 1 torna-se o agente âncora, o que permite que os dados sejam roteados primeiro para o agente externo da rede visitada 1 e dele para o nó móvel;
- quando o nó móvel chega à rede visitada 2, o mesmo informa ao agente externo desta rede o endereço do agente externo da rede visitada 1.



## 6.6 - IP Móvel

- RFC 3344 – “IP Mobility Support for IPv4”
- ... contempla recursos já discutidos, como: “home agent”; “foreign agent”; “care of address”; registro de agente externo; encapsulamento (pacote dentro de pacote).
- ... protocolo flexível que suporta vários modos de operação:
  - operação com ou sem agente externo;
  - formas diferentes de agentes e nós móveis descobrirem uns aos outros;
  - utilização de um único “care of address” ou vários “care of address”;
  - diferentes formas de encapsulamento do datagrama.

## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.6 IP Móvel

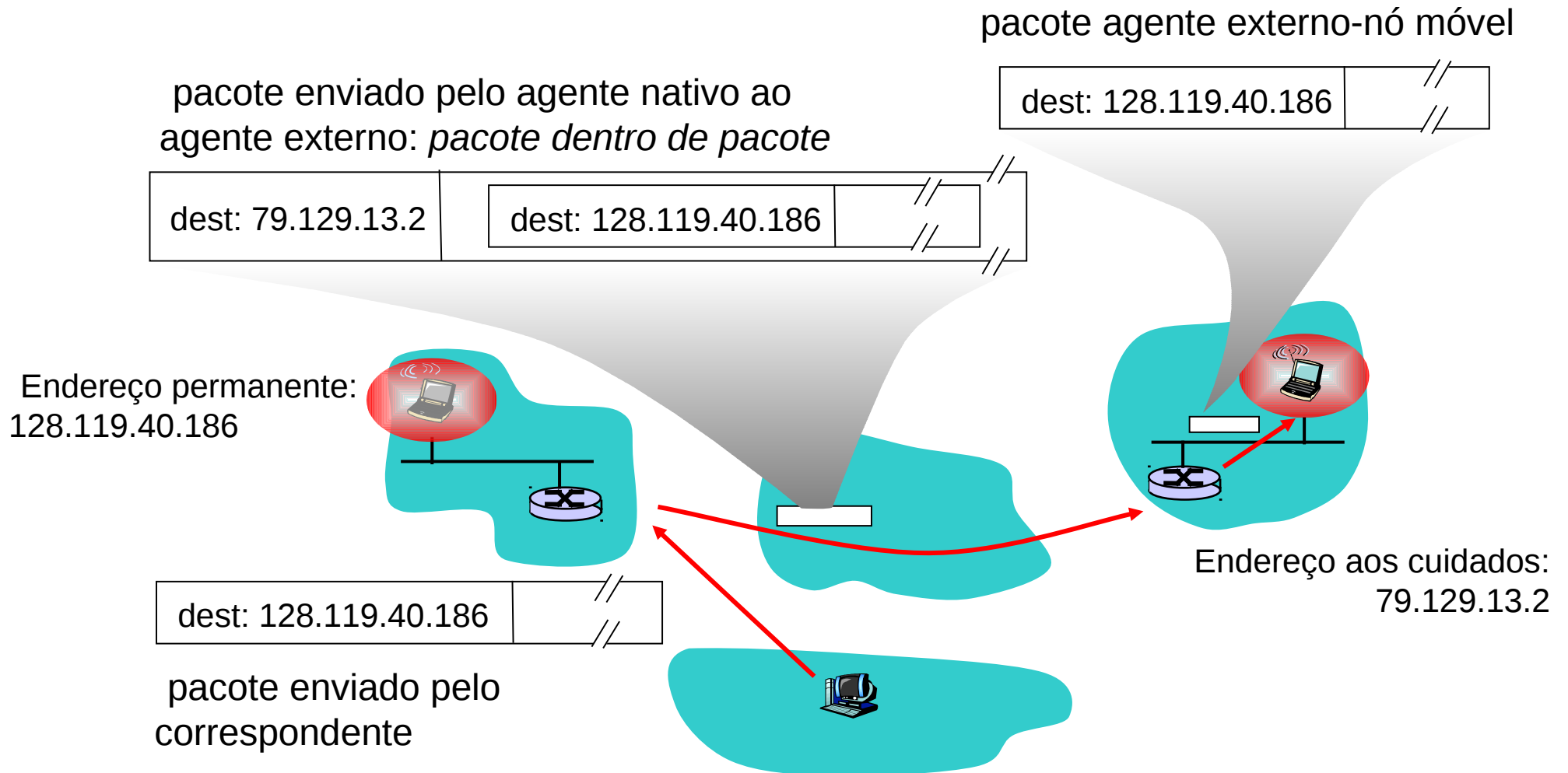
### ... 6.6 - IP Móvel

- Padrão IP Móvel consiste de 03 partes principais:
  - descoberta do agente – define protocolos utilizados por um agente para anunciar / solicitar serviços a nós móveis;
  - registro de agente nativo – define protocolos para registrar / anular registros de “care of address” no agente local de um nó móvel;
  - roteamento indireto – define maneira pela qual datagramas são repassados para nós móveis por um agente nativo, incluindo regras para repassar datagramas, manipular erros e formas de encapsulamento.
  
- Obs.: Segurança tem destaque em todo o Padrão IP Móvel.

# 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.6 IP Móvel

## ... 6.6 - IP Móvel

- IP Móvel – Roteamento Indireto

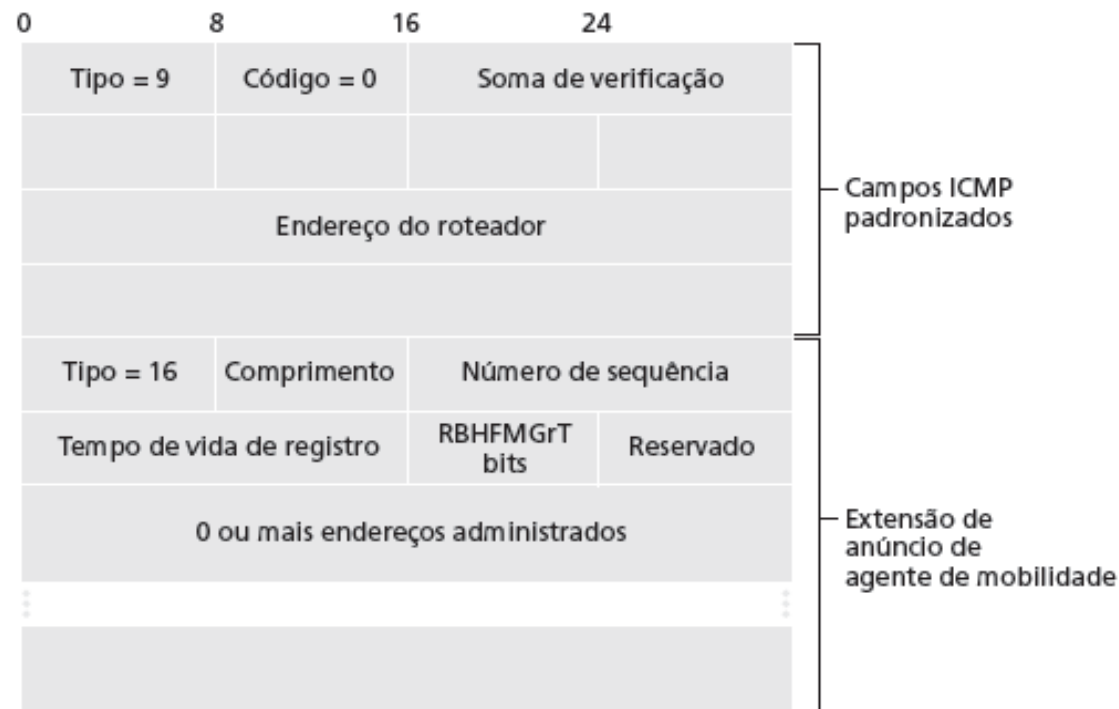


## ... 6.6 - IP Móvel

- “descoberta do agente” - processo que permite ao nó móvel reconhecer que o mesmo passou para uma rede externa, ou seja, descoberta de um agente externo e de um novo end. de rede;
- ... pode ser realizado de 02 maneiras:
  - “anúncio do agente” - agente externo ou nativo anuncia seus serviços através de “broadcast” periódico de mensagem ICMP tipo “9” (descoberta de roteador) em todos os enlaces aos quais está conectado;
  - ... mensagem contém endereço IP do roteador (agente), permitindo que o nó móvel aprenda o endereço do agente.
  - “solicitação do agente” - nó móvel que quer conhecer agentes sem esperar por um anúncio de agente pode emitir mensagem solicitando informações através de mensagem ICMP tipo “10”.

## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.6 IP Móvel ... 6.6 - IP Móvel

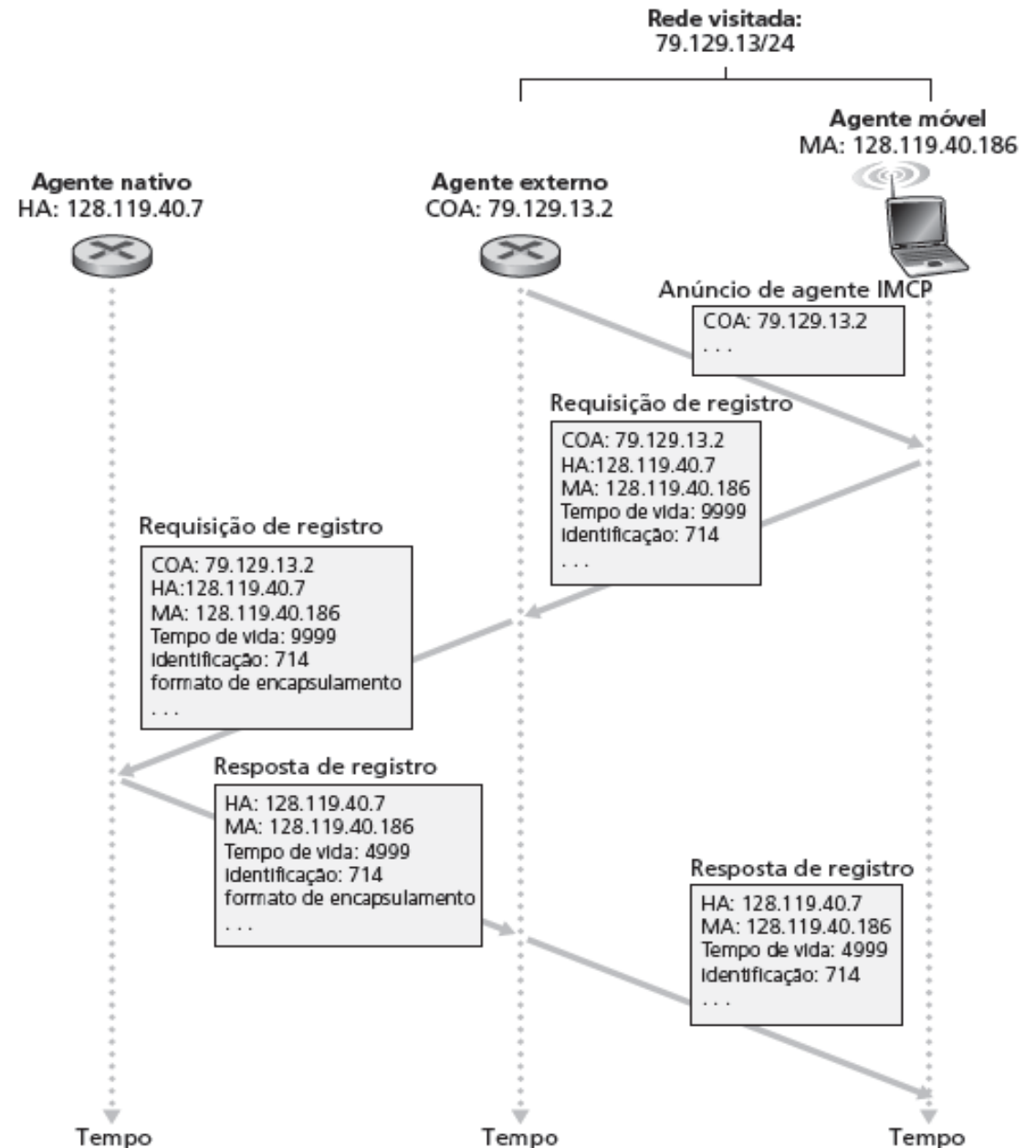
- Mensagem ICMP “9” (descoberta de agente) ou “10” (solicitação de agente).
- bit H – agente é nativo na rede na qual reside;
- bit F – agente é externo na rede na qual reside;
- bit R – nó móvel deve se registrar em um agente externo.





## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.6 IP Móvel ... 6.6 - IP Móvel

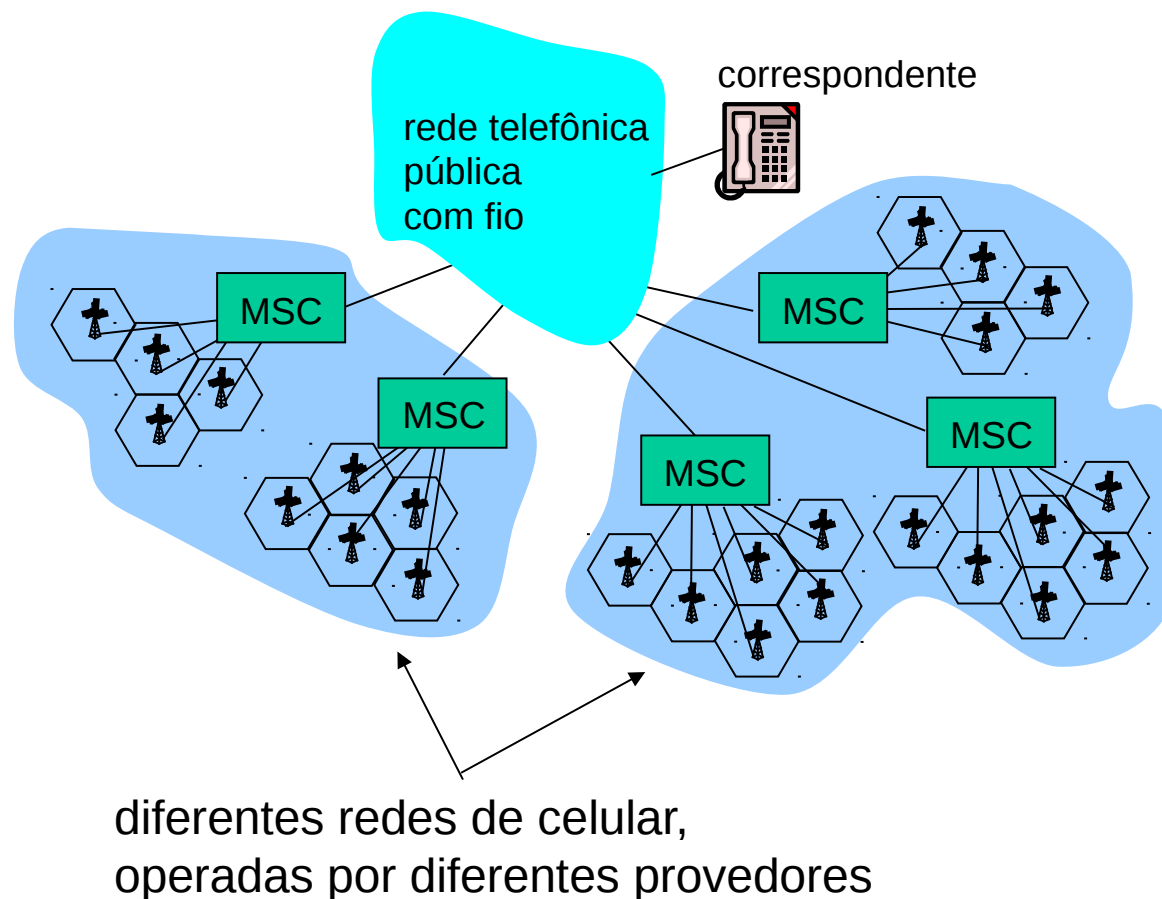
- e.g., Registro no IP Móvel.



## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.7 Mobilidade em Redes Celulares

### 6.7 – Mobilidade em Redes Celulares

- Visão Geral da Rede GSM / GPRS.



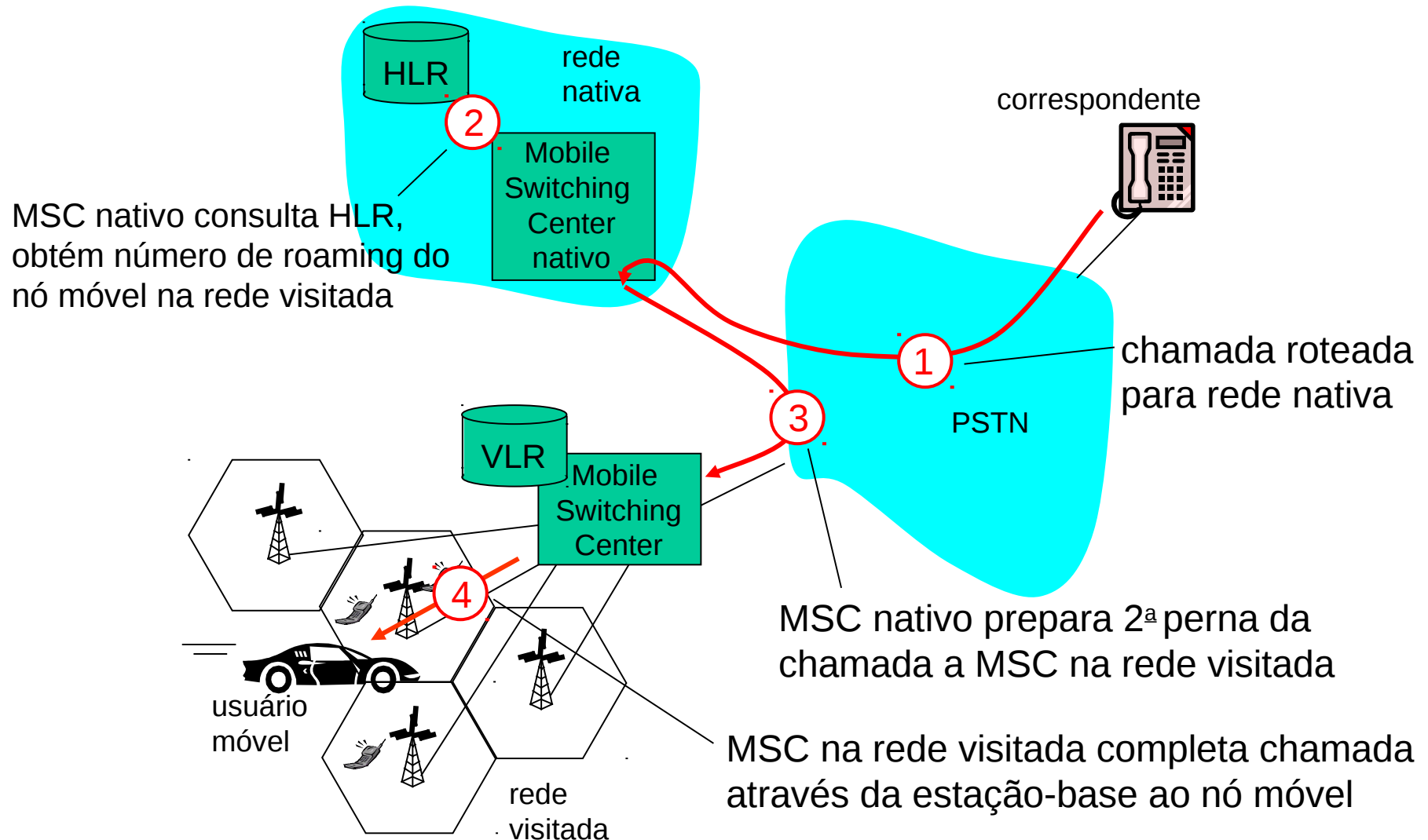
## ... 6.7 – Mobilidade em Redes Celulares

- “rede nativa” - rede do provedor de celular que você assina (p.ex., Sprint PCS, Verizon, CTBC, TIM, etc.)
  - “Home Location Register” (HLR) - banco de dados na rede nativa contendo nro. de telefone celular permanente, informações de perfil do usuário, informações sobre local atual, etc.
- “rede visitada” - rede em que nó móvel reside no momento;
  - “Visitor Location Register” (VLR) - banco de dados com entrada para cada usuário presente na rede pode ser a rede nativa.
- GSM / GPRS:
  - Mobilidade do Nó por Roteamento Indireto;
  - Transferência dentro do mesmo MSC ou entre MSC diferentes.

# 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.7 Mobilidade em Redes Celulares

## ... 6.7 – Mobilidade em Redes Celulares

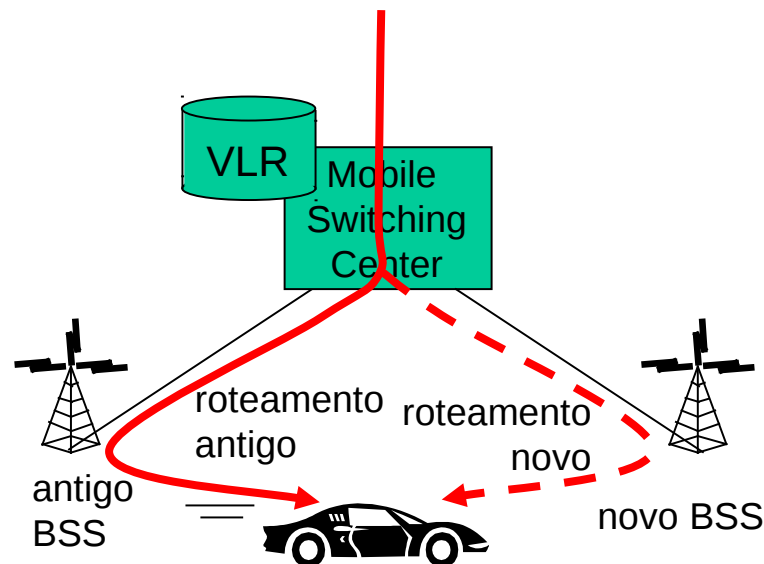
- GSM/GPRS - Roteamento Indireto



## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.7 Mobilidade em Redes Celulares

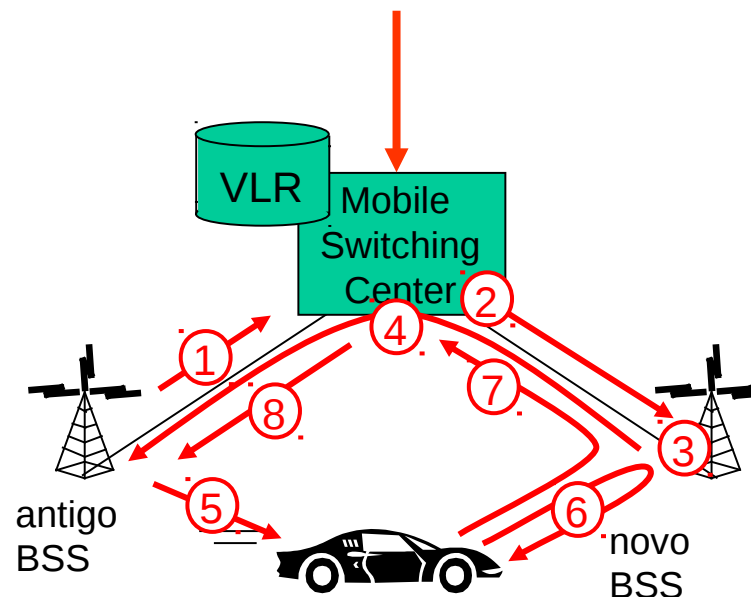
### ... 6.7 – Mobilidade em Redes Celulares

- Transferência dentro de um mesmo MSC – roteamento da chamada via nova estação-base (sem interrupção);
  - sinal mais forte de/para nova estação base, p.ex., em razão da conectividade contínua ou menos dreno de bateria;
  - balanceamento de carga - libera canal no BSS atual
  - GSM não comanda porque realizar transferência (política), apenas como (mecanismo)



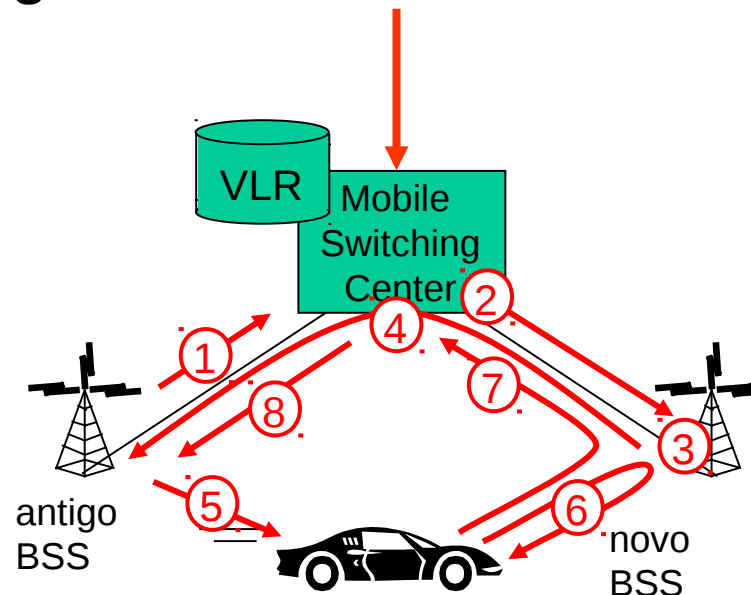
## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.7 Mobilidade em Redes Celulares ... 6.7 – Mobilidade em Redes Celulares

- 1) BSS “home” informa ao MSC da transferência iminente e, assim, oferece/disponibiliza lista de 1 ou mais novos BSSs;
- 2) MSC prepara caminho (aloca recursos) para novo BSS;
- 3) Novo BSS aloca canal de rádio para uso pelo nó móvel;
- 4) Novo BSS sinaliza MSC, antigo BSS: pronto



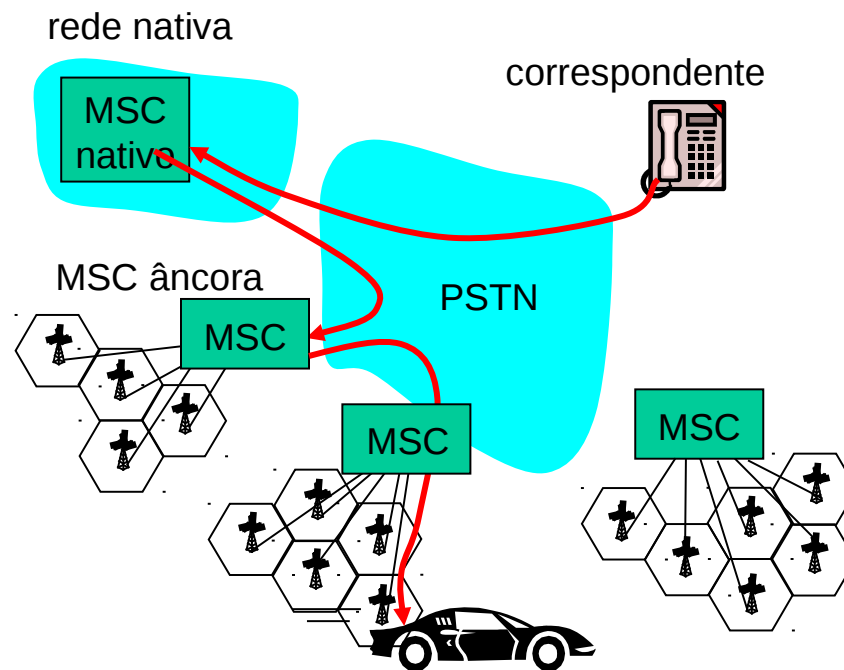
## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.7 Mobilidade em Redes Celulares ... 6.7 – Mobilidade em Redes Celulares

- 5) Antigo BSS informa ao nó móvel: realize transferência para novo BSS
- 6) Nó móvel, novo sinal BSS para ativar novo canal
- 7) Móvel sinaliza ao MSC via nova estação BSS que a transferência foi completada, assim, MSC pode rotear a chamada;
- 8) Recursos MSC-antigo-BSS são liberados.



## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.7 Mobilidade em Redes Celulares ... 6.7 – Mobilidade em Redes Celulares

- Transferência entre MSCs diferentes - primeiro MSC visitado durante chamada passa a fazer o papel de MSC âncora;
  - MSCs novos são adicionados ao final da cadeia de MSCs, enquanto o nó móvel se move para novo MSC;

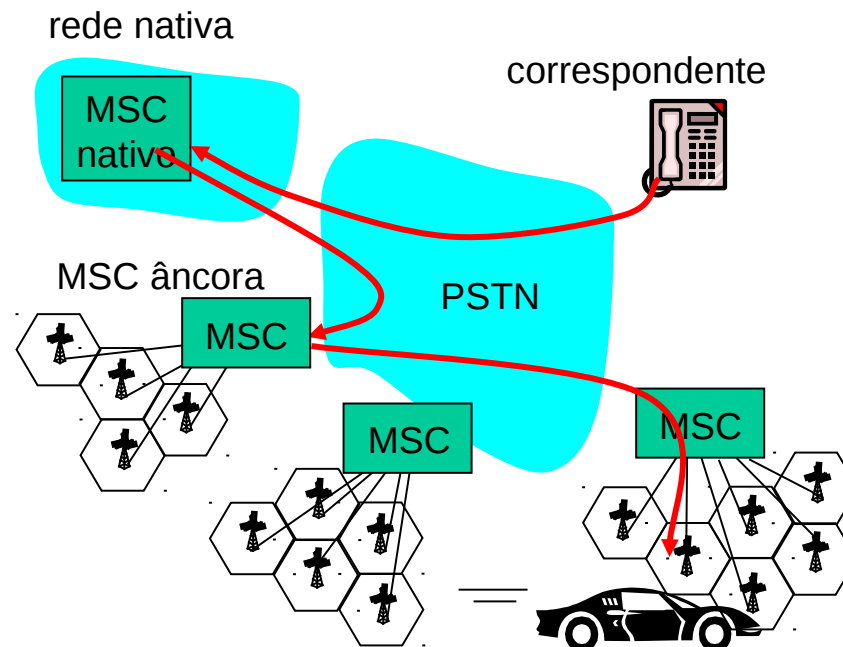


(a) antes da transferência



## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.7 Mobilidade em Redes Celulares ... 6.7 – Mobilidade em Redes Celulares

- Transferência entre MSCs diferentes - primeiro MSC visitado durante chamada passa a fazer o papel de MSC âncora;
  - IS-41 permite etapa adicional de redução de caminho para encurtar cadeia quando múltiplos MSCs a compõem.



(b) após transferência

## 6 - Redes Wireless e Móveis – 6.7 Mobilidade em Redes Celulares

### ... 6.7 – Mobilidade em Redes Celulares

- Comparação da Mobilidade no IP Móvel com Redes Celulares.

<b>Elemento do GSM</b>	<b>Comentário sobre o elemento do GSM</b>	<b>Elemento do IP móvel</b>
Sistema nativo	Rede à qual pertence o número de telefone permanente do usuário	Rede nativa
Central de comutação de unidade móvel ou simplesmente MSC nativa, Registro nativo de localização (HLR)	MSC nativa: ponto de contato para obter endereço roteável de usuário móvel. HLR: banco de dados no sistema nativo que contém número de telefone permanente, informações de perfil, localização corrente de usuário móvel, informações de assinatura	Agente nativo
Sistema visitado	Rede, exceto o sistema nativo, onde o usuário móvel está residindo correntemente	Rede visitada
Central de serviços de comutação de unidade móvel visitada, Registro de Localização de Visitante (VLR)	MSC visitada: responsável por estabelecer chamadas de/para nós móveis em células associadas com MSC. VLR: registro temporário em banco de dados em sistema visitado, contendo informações de assinatura para cada usuário móvel visitado	Agente externo
Número de roaming de estação móvel (MSRN) ou simplesmente número de roaming	Endereço roteável para segmento de chamada telefônica entre MSC nativa e MSC visitada, que não é visível nem para o usuário móvel nem para o correspondente	Endereço administrado