

## Redes Móveis

*Prof. Jó Ueyama*

# Redes sem fio e redes móveis

- 6.1 Introdução

## Sem fio

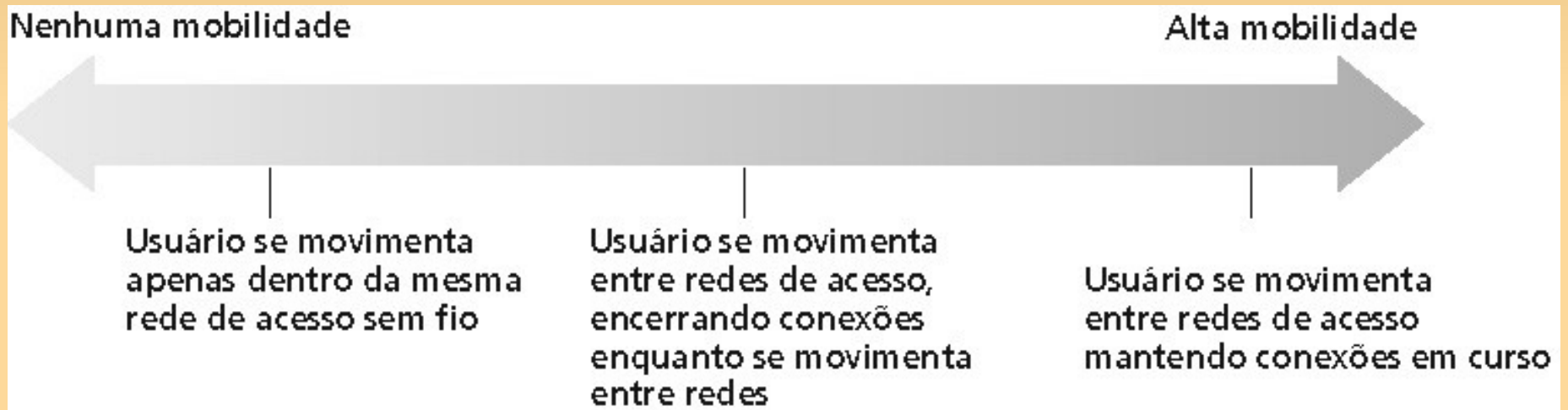
- 6.2 Enlaces sem fio, características
- CDMA
- 6.3 IEEE 802.11 LANs sem fio (“wi-fi”)
- 6.4 Acesso celular à Internet
- Arquitetura
- Padrões (ex.: GSM)

## 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

# O que é mobilidade?

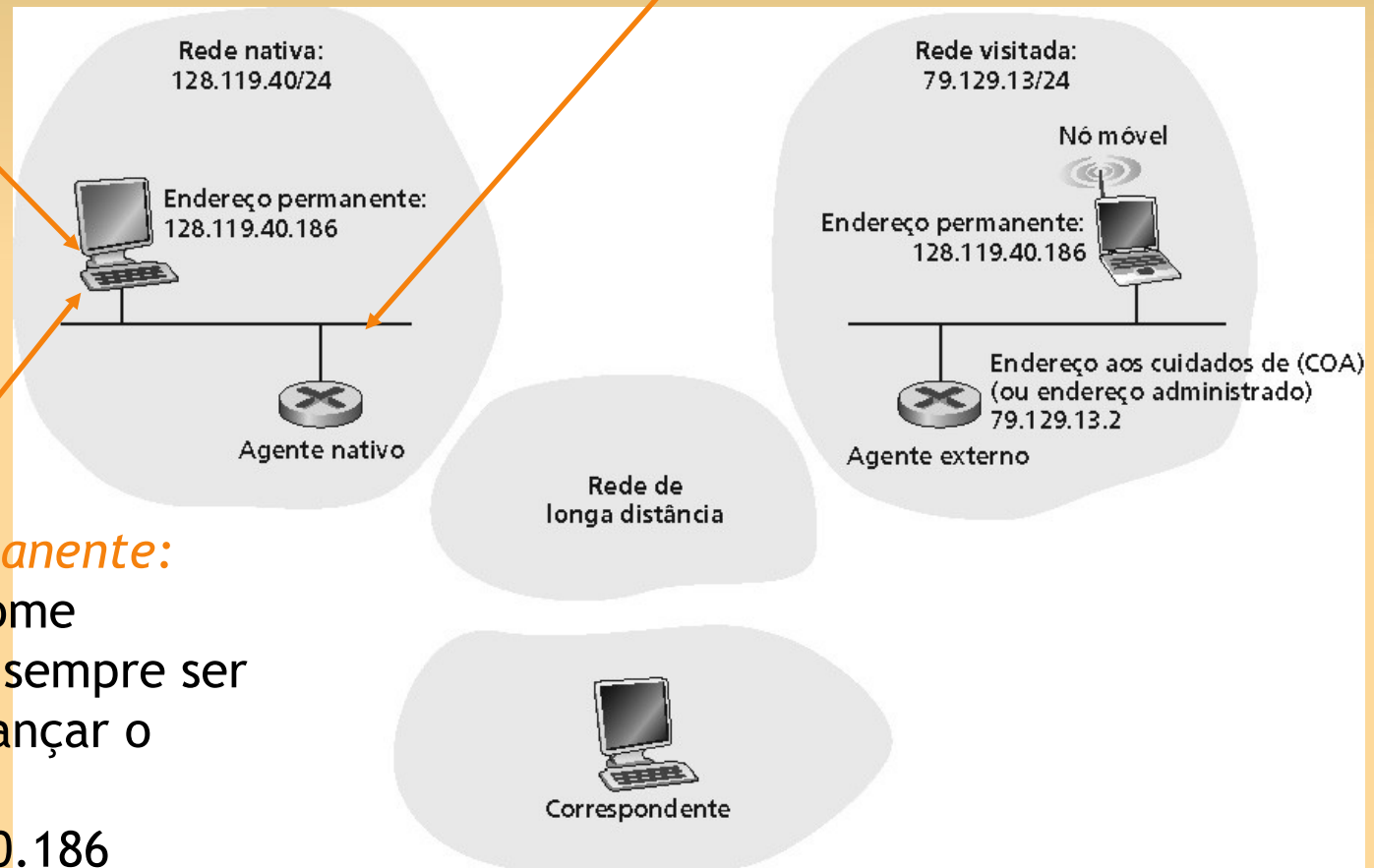
- Espectro da mobilidade, do ponto de vista da rede:



# Mobilidade: vocabulário

*Home network:* “lar”  
permanente do usuário  
(ex., 128.119.40/24)

*Agente nativo:* entidade que  
implementa as funções de  
mobilidade em benefício do usuário  
móvel quando ele está remoto

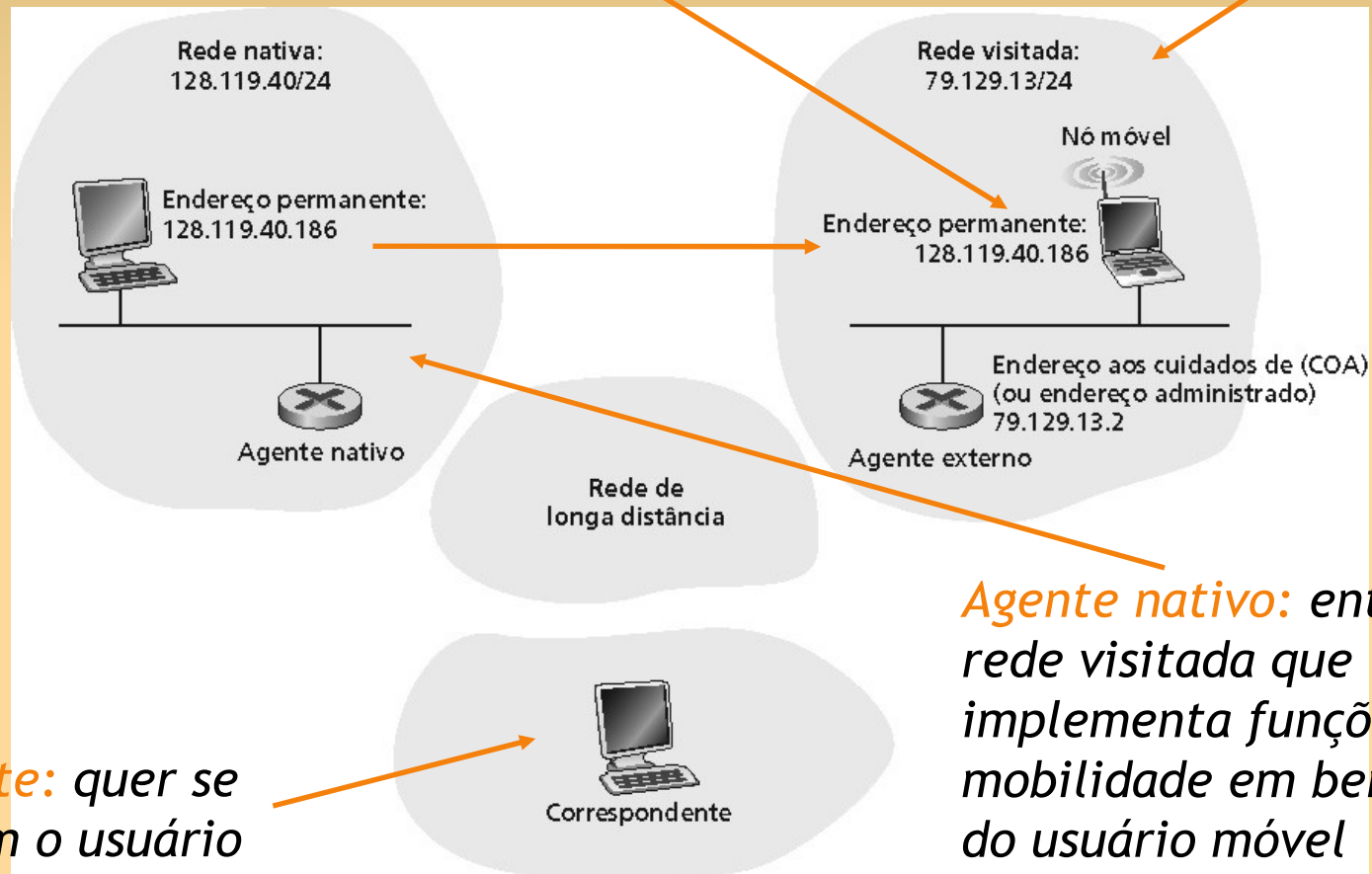


*Endereço permanente:*  
endereço na home  
network; pode sempre ser  
usado para alcançar o  
usuário móvel  
ex., 128.119.40.186

# Mobilidade: mais vocabulário

**Endereço permanente:** fica constante (ex., 128.119.40.186)

**Rede visitada:** rede na qual o usuário móvel se encontra num certo momento (ex., 79.129.13/24)



**Correspondente:** quer se comunicar com o usuário móvel

**Agente nativo:** entidade na rede visitada que implementa funções de mobilidade em benefício do usuário móvel

# Como contatar um amigo móvel

Considere uma amiga que muda freqüentemente de endereço.  
Como encontrá-la?

- Procurar todos os endereços?
- Ligar para os seus pais?
- Esperar que ela lhe conte onde está?

# Mobilidade: abordagens

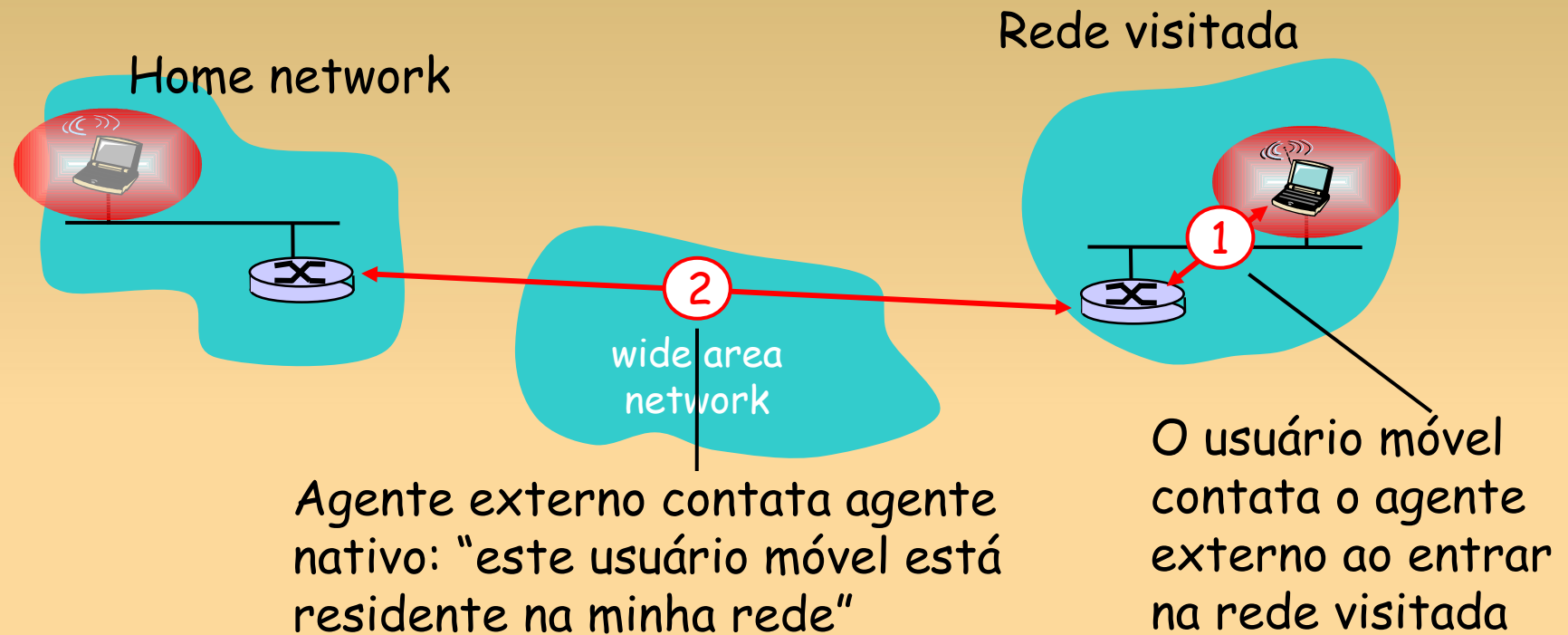
- *Deixe o roteamento tratar disso:* roteadores informam endereços permanentes de nós móveis residentes por meio de suas trocas de tabelas de roteamento
  - As tabelas de roteamento indicam a localização de cada nó móvel
  - Não exige mudanças nos sistemas finais
    - Introduziria a complexidade no núcleo da rede
    - Impraticável: milhões de atualizações
- *Deixe os sistemas finais tratarem disso:*
  - *Roteamento indireto:* comunicação do correspondente ao usuário móvel passa pelo agente nativo; então é enviada ao remoto
  - *Roteamento direto:* correspondente obtém o endereço “care-of-address” do usuário móvel e transmite diretamente para ele

# Mobilidade: abordagens

- *Deixe o roteamento tratar disso:* roteadores informam endereços permanentes de nós móveis residentes por meio de suas trocas de tabelas de roteamento
  - As tabelas de roteamento indicam a localização de cada nó móvel
  - Não exige mudanças nos sistemas finais
- *Deixe os sistemas finais tratarem disso:*
  - *Roteamento indireto:* comunicação do correspondente ao usuário móvel passa pelo agente nativo; então é enviada ao remoto
  - *Roteamento direto:* correspondente obtém o endereço “care-of-address” do usuário móvel e transmite diretamente para ele



# Mobilidade: registro



Resultado final:

- Agente externo sabe sobre o usuário móvel
- Agente nativo conhece a localização do usuário móvel

# Mobilidade via roteamento indireto

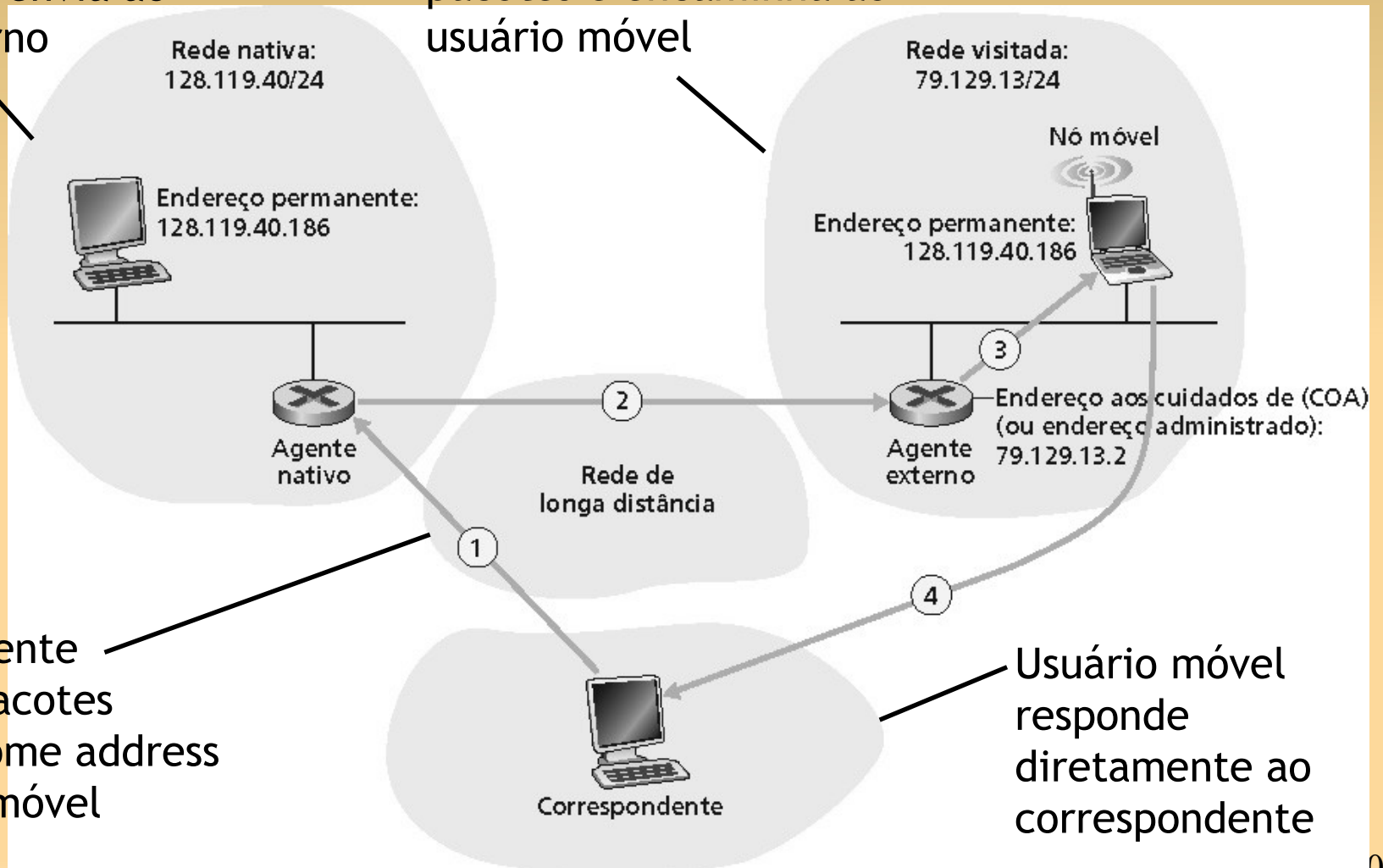
Agente nativo intercepta os pacotes e envia ao agente externo

Home network

Agente externo recebe pacotes e encaminha ao usuário móvel

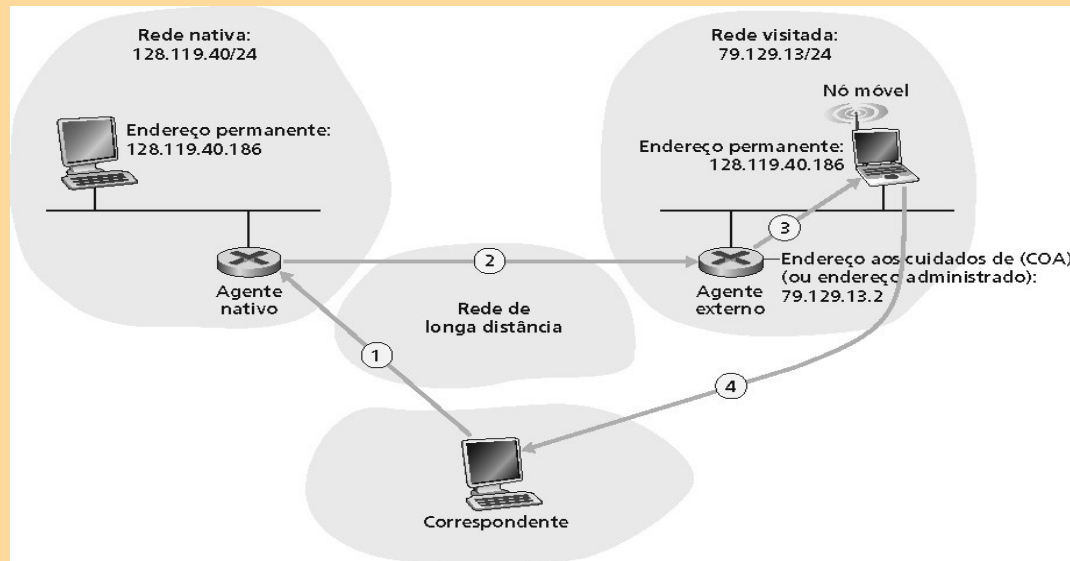
Correspondente endereça pacotes usando o home address do usuário móvel

Usuário móvel responde diretamente ao correspondente



# Roteamento indireto: comentários

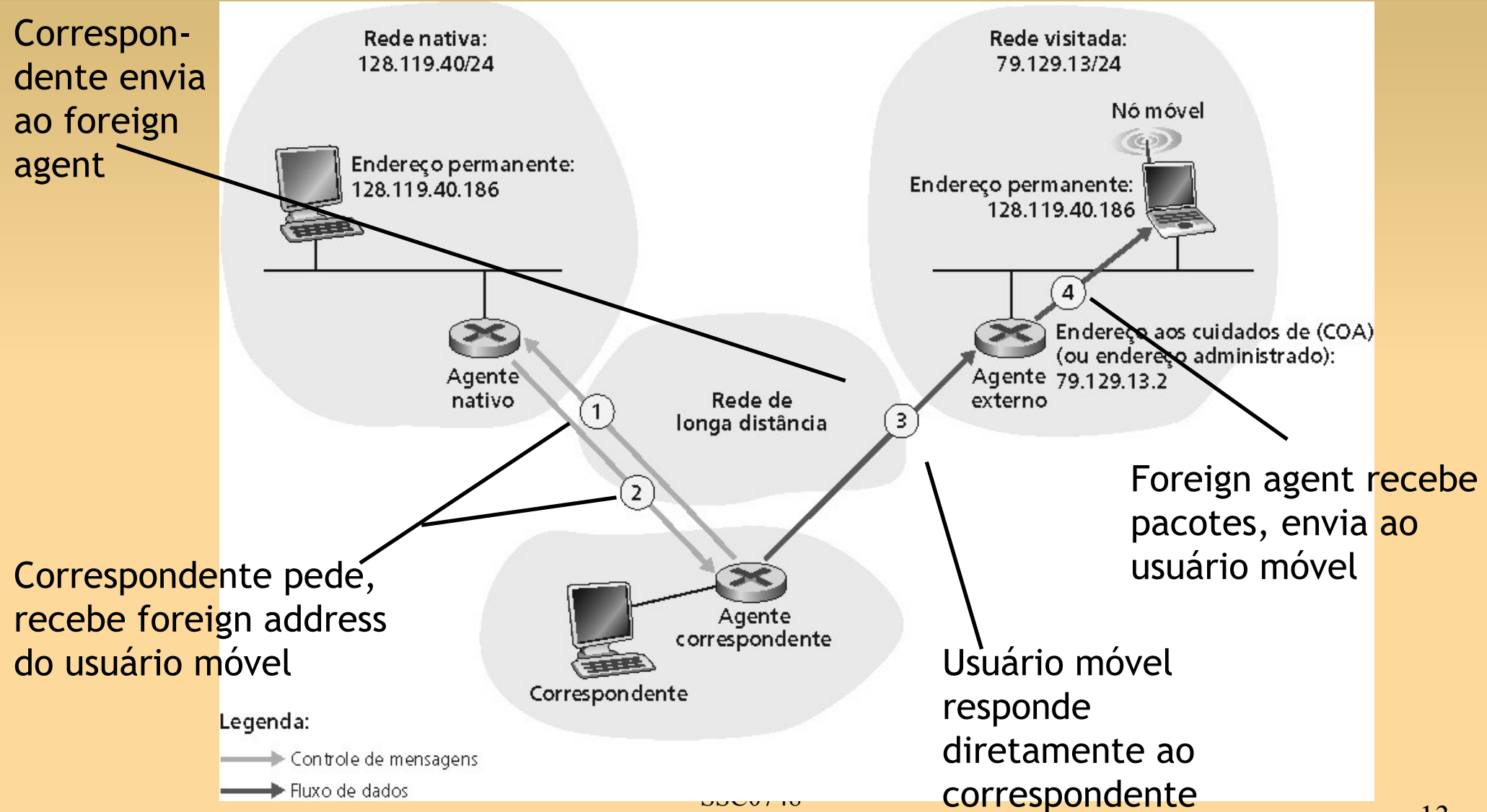
- Usuário móvel usa dois endereços:
- **Endereço permanente:** usado pelo correspondente (assim, a localização do usuário móvel é **transparente** para o correspondente)
- **Care-of-address:** usado pelo agente nativo para enviar datagramas ao usuário móvel; todos os dispositivos móveis usam o mesmo COA. E o CO-COA?
- As funções do foreign agent podem ser feitas pelo próprio usuário móvel
- **Roteamento triangular:** correspondente-home network-usuário móvel
- Ineficiente quando correspondente e usuário móvel estão na mesma rede



# Roteamento indireto: movendo-se entre redes

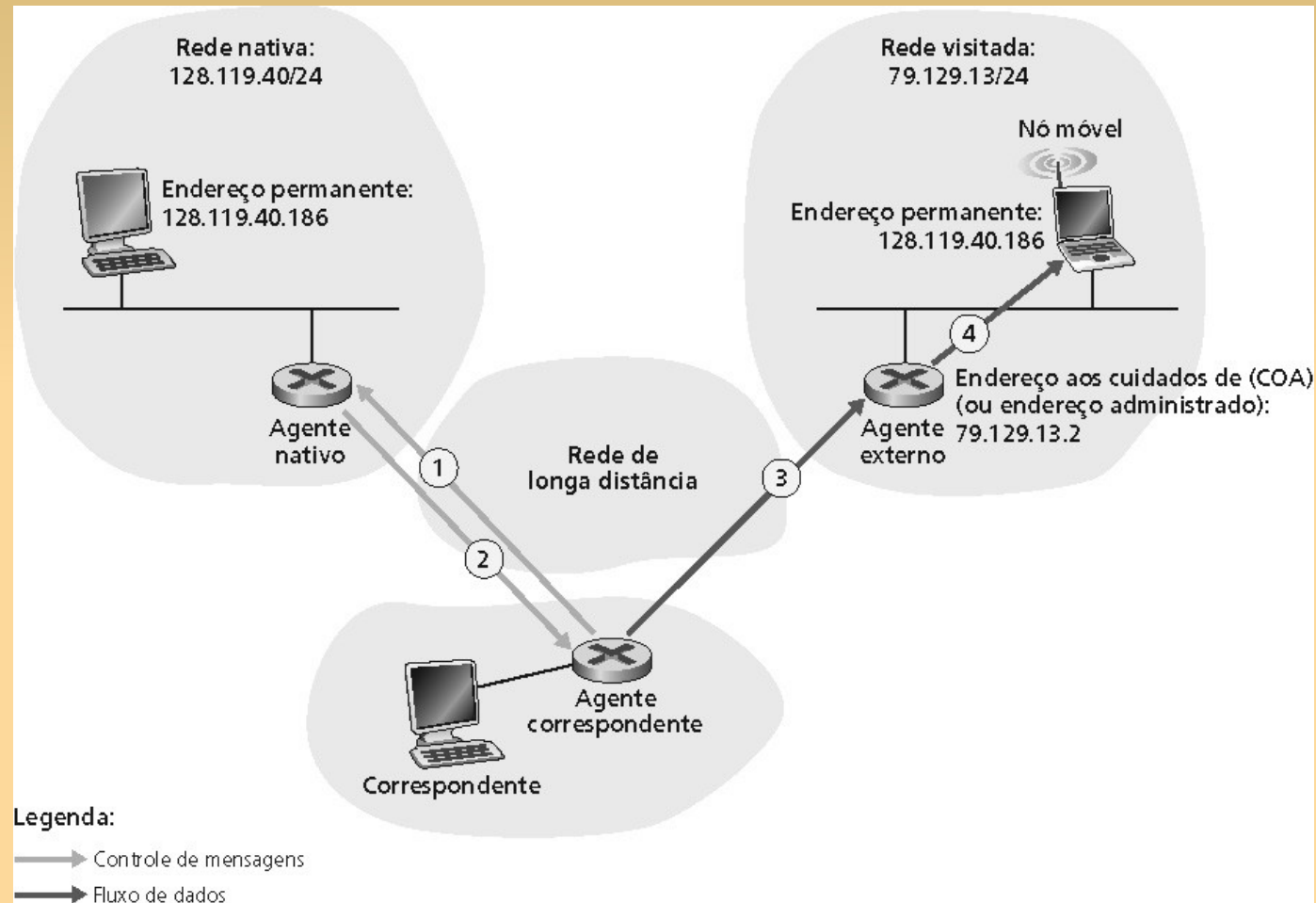
- Suponha que o usuário móvel se mova para outra rede
  - Registra com novo agente
  - Novo agente externo registra com agente nativo
  - Agente nativo atualiza care-of-address para o usuário móvel
  - Pacotes continuam a ser enviados ao usuário móvel (mas com novo care-of-address)
- Mobilidade; a mudança de rede remota é transparente: *conexões em curso podem ser mantidas!*

# Mobilidade via roteamento direto



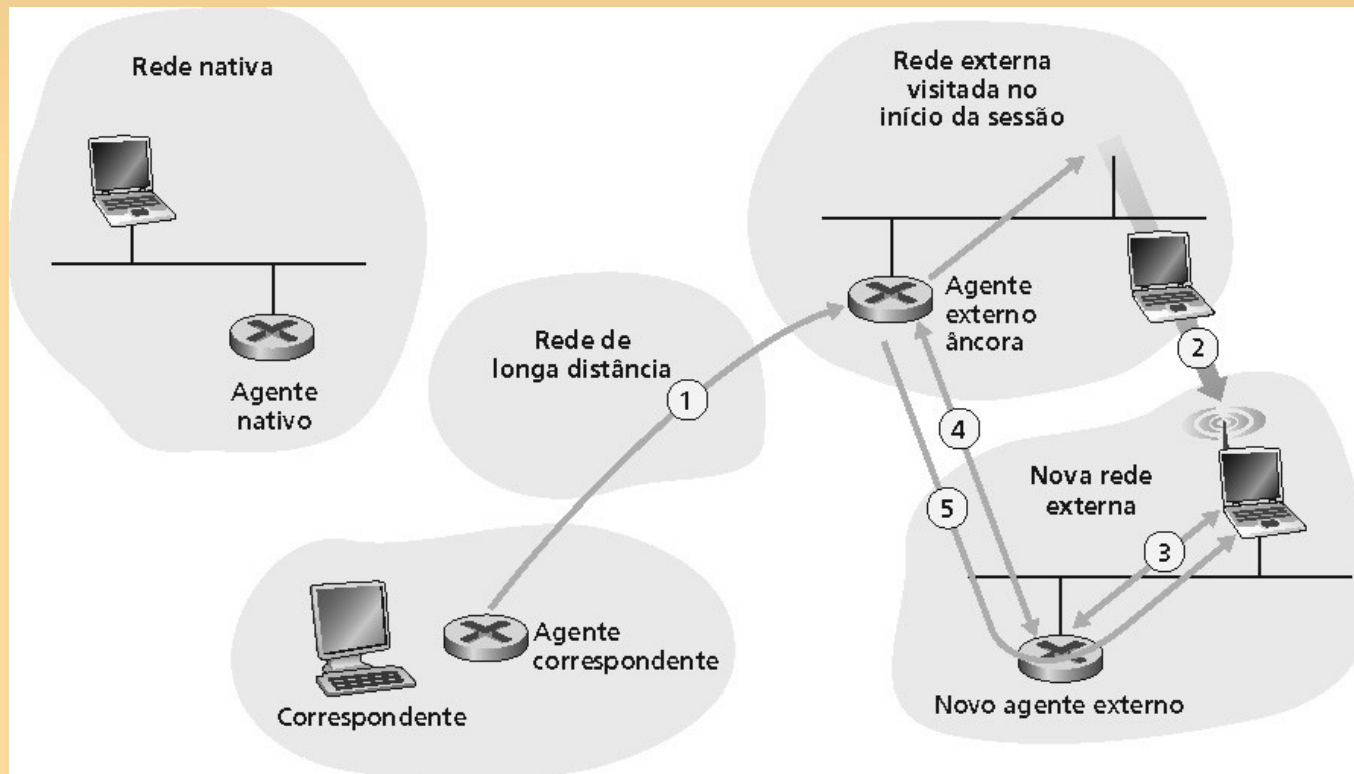
# Mobilidade via roteamento direto: comentários

- Resolve problema do roteamento triangular
- Não é transparente para o correspondente: correspondente deve obter o care-of-address do agente nativo
  - O que ocorre se o usuário móvel muda de rede visitada?
- “nativo” só consulta no início da sessão



# Acomodando mobilidade com roteamento direto

- Agente externo âncora: FA (agente externo) na primeira rede visitada
- Dados sempre são roteados primeiro para o FA âncora
- Quando o usuário móvel muda: novo FA toma medidas para ter os dados enviados pelo FA anterior (encadeamento)



# Redes sem fio e redes móveis

- 6.1 Introdução

## Sem fio

- 6.2 Enlaces sem fio, características
- CDMA
- 6.3 IEEE 802.11 LANs sem fio (“wi-fi”)
- 6.4 Acesso celular à Internet
- Arquitetura
- Padrões (ex.: GSM)

## Mobilidade

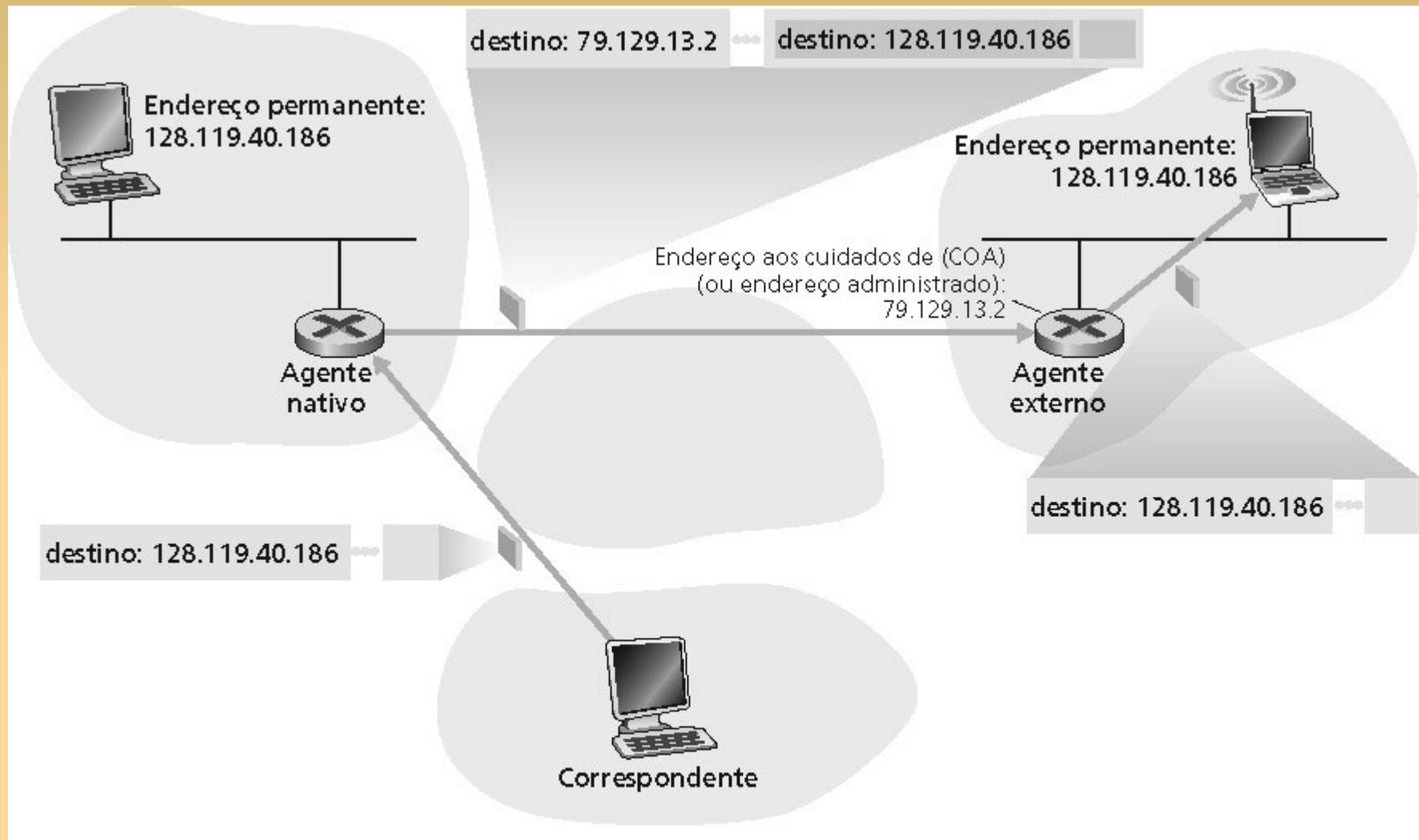
- 6.5 Princípios: endereçamento e roteamento para usuários móveis
- 6.6 IP móvel
- 6.7 Tratando mobilidade em redes celulares
- 6.8 Mobilidade e protocolos de alto nível
- 6.9 Resumo



# IP móvel

- RFC 3220
- Tem muitas das características já vistas:
  - Agentes nativos, agentes externos, registro de agente externo, care-of addresses, encapsulamento (pacote-dentro-de-pacote)
- Três componentes do padrão:
- Roteamento indireto de datagramas
- Descoberta de agentes
- Registro com o agente nativo

# IP móvel: roteamento indireto

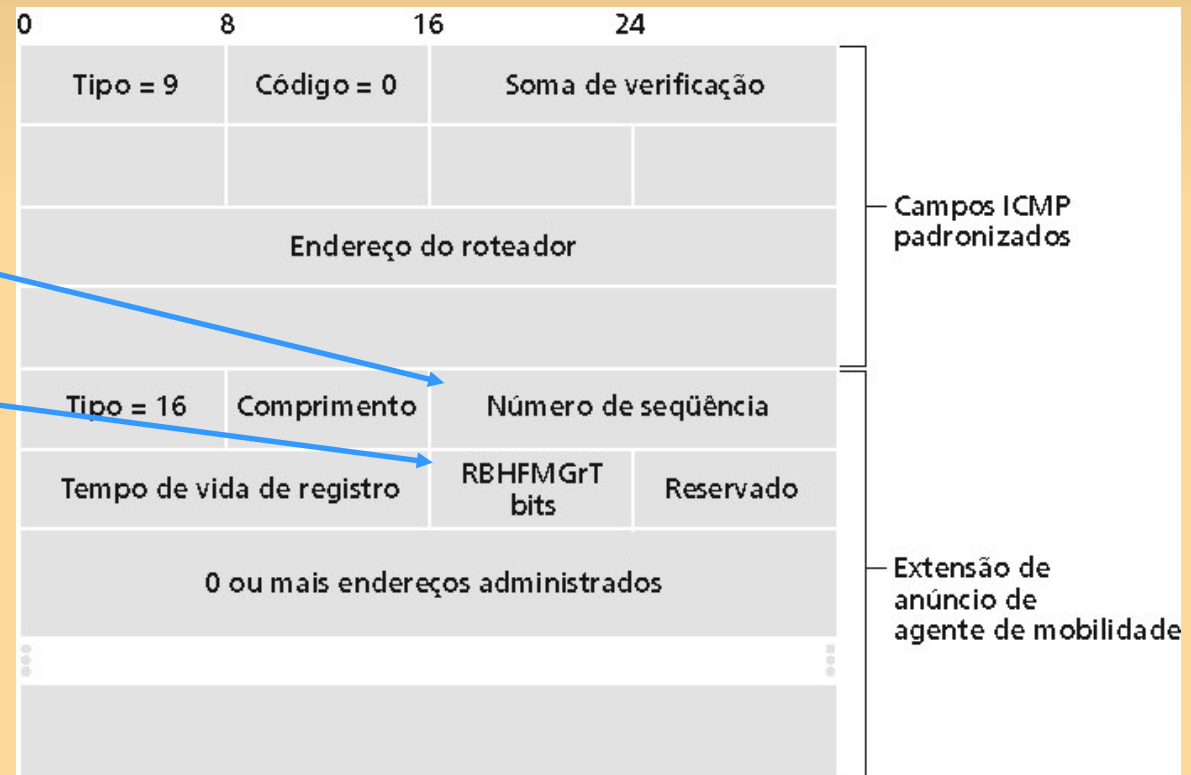


# IP móvel: descoberta de agentes

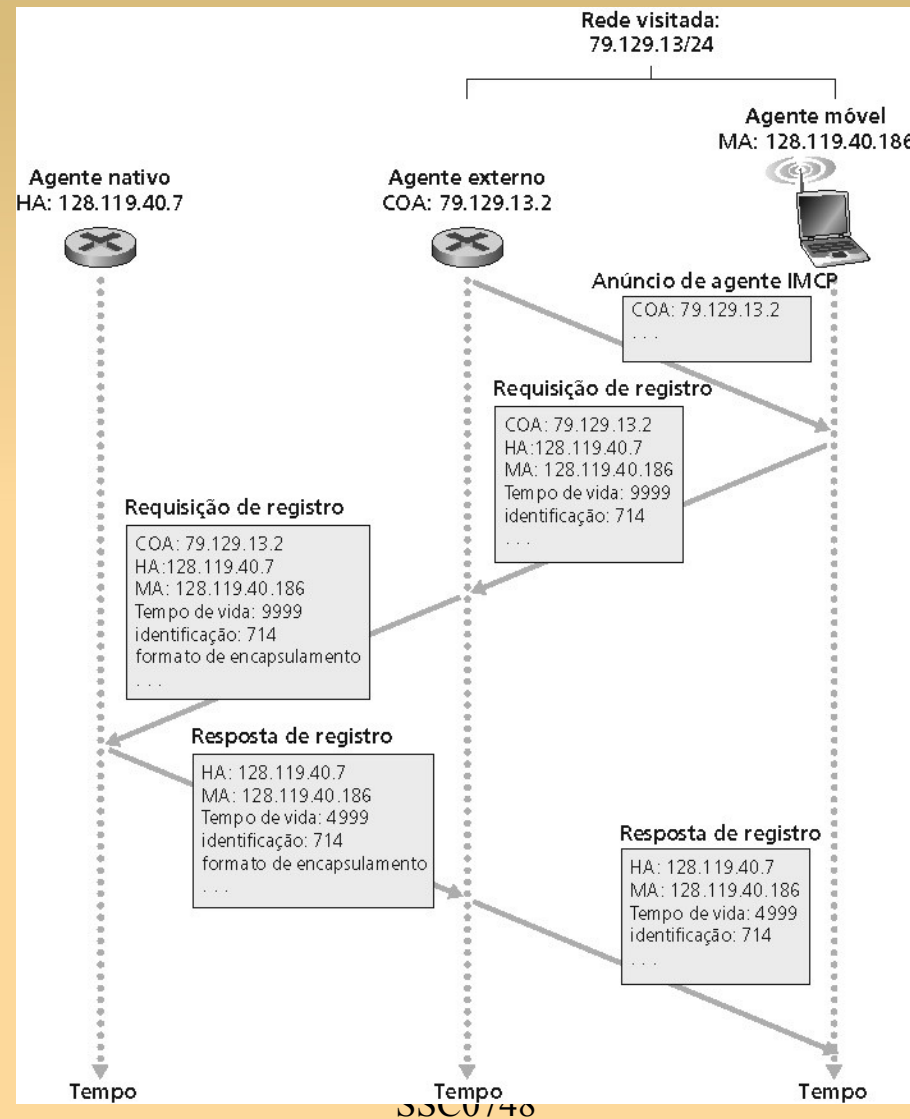
- Anúncio de agente:** agente externos/nativos anunciam serviços enviando pacotes ICMP em broadcast (typefield = 9)

H,F bits: home  
e/ou foreign agent

R bit: registro  
requerido

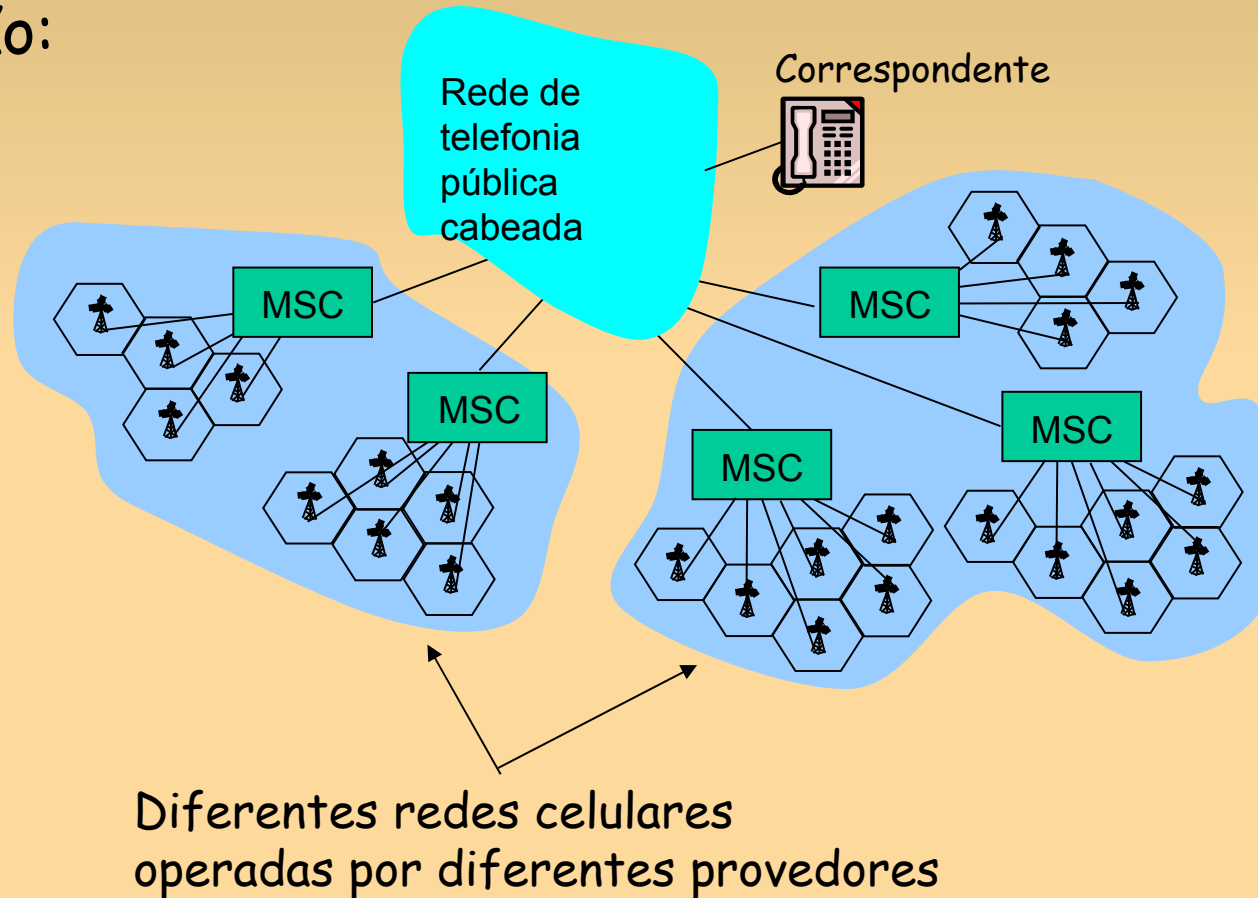


# IP móvel: exemplo de registros



# Componentes da arquitetura de uma rede celular

Recordação:

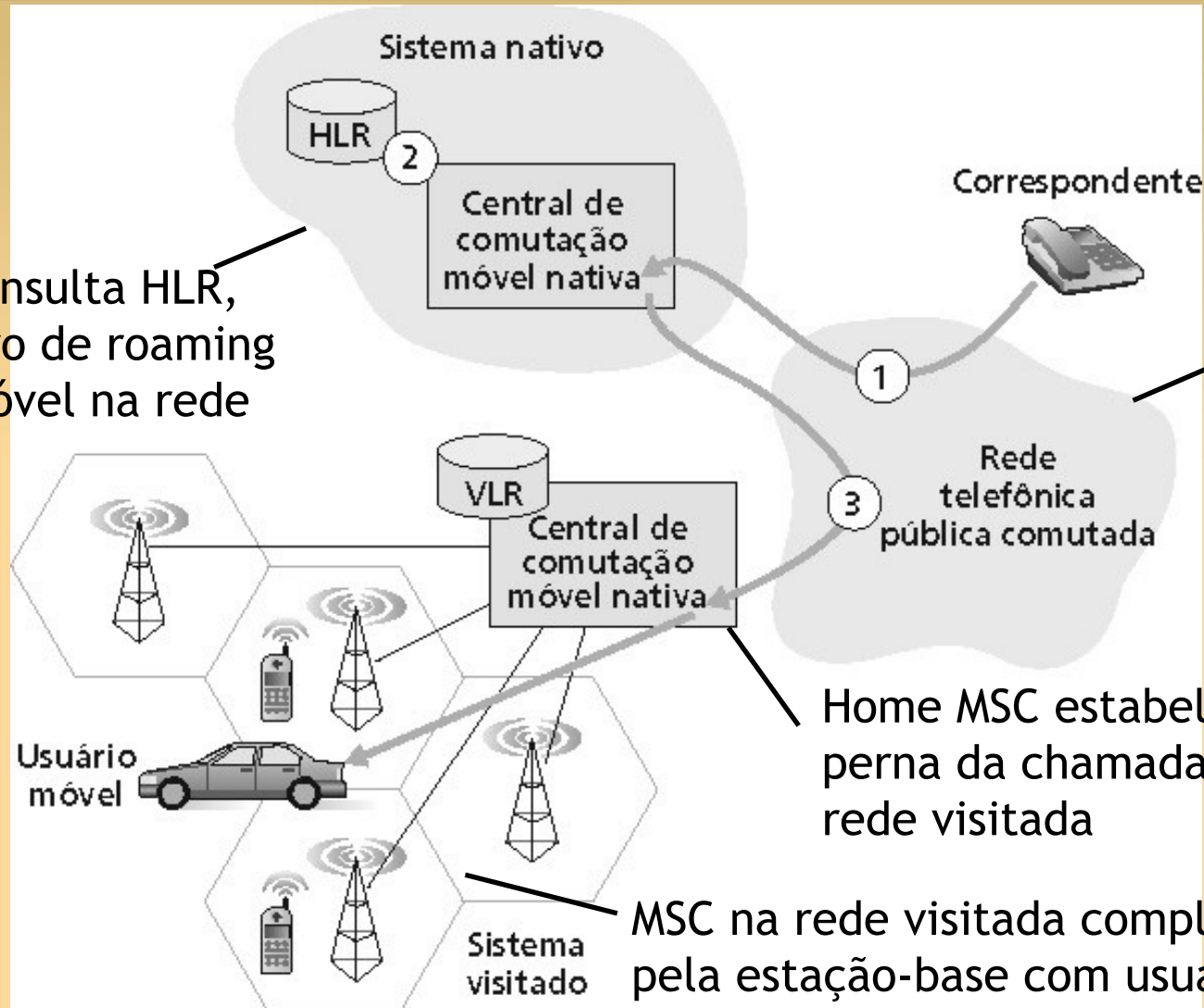


# Tratando mobilidade em redes celulares

- **Home network:** rede do provedor de serviço celular que você assina (ex.: Sprint PCS, Verizon)
  - **Home location register (HLR):** base de dados na home network contendo o número permanente do telefone celular, informações de perfil de usuário (serviços, preferências, tarifação), informação sobre a localização atual (pode estar em outra rede)
- **Rede visitada:** rede na qual o usuário móvel se encontra atualmente
  - **Visitor location register (VLR):** base de dados com registro de cada usuário atualmente na rede
  - Pode ser um centro de comutação móvel (MSC)

# GSM: roteamento indireto para usuários móveis

Home MSC consulta HLR, obtém número de roaming do usuário móvel na rede visitada



Chamada roteada para home network

Home MSC estabelece segunda perna da chamada para MSC na rede visitada

MSC na rede visitada completa chamada pela estação-base com usuário móvel

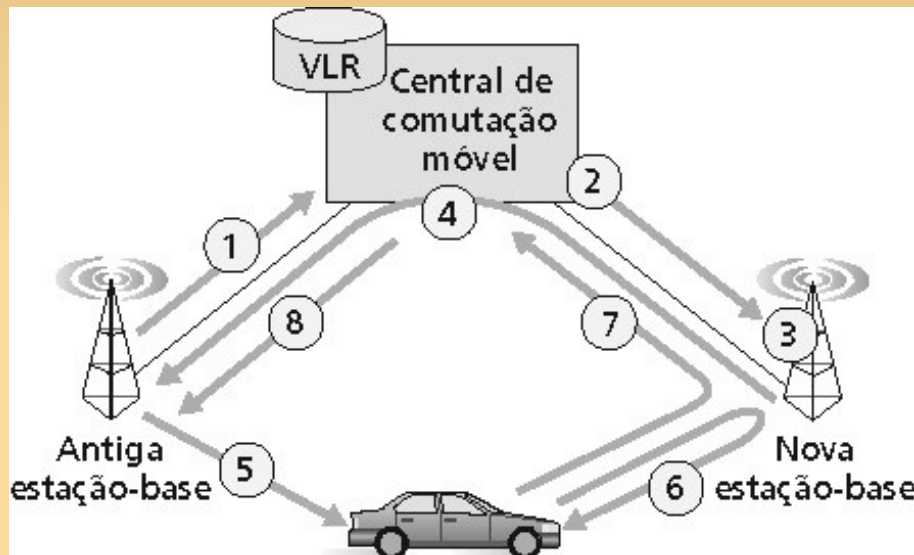
# GSM: handoff com MSC comum



- Objetivo do handoff: rotear chamada via nova estação-base (sem interrupção)
- Razões para handoff:
  - Sinal mais forte de/para o novo BSS (conectividade contínua, menor consumo de bateria)
  - Balanceamento de carga: libera um canal no BSS atual
  - GSM não padroniza quando realizar o handoff (política), apenas como (mecanismo)
- Handoff iniciado pelo BSS antigo

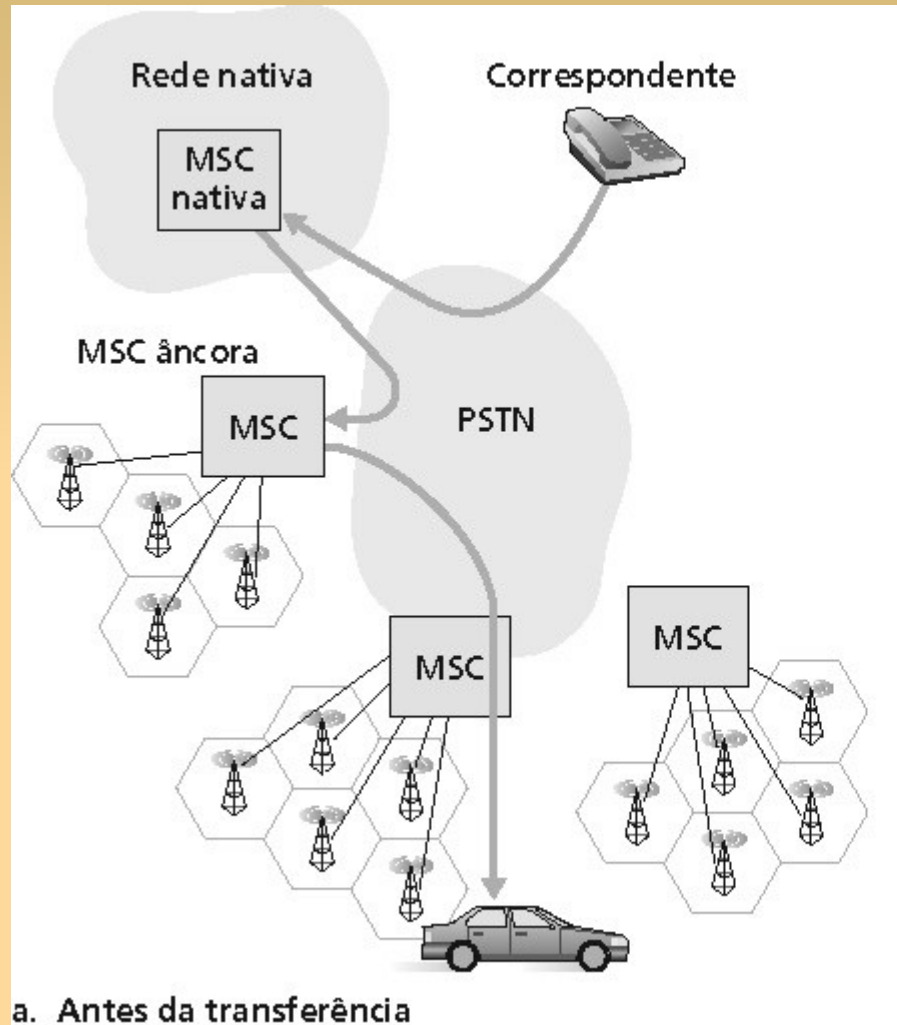


# GSM: handoff com MSC comum



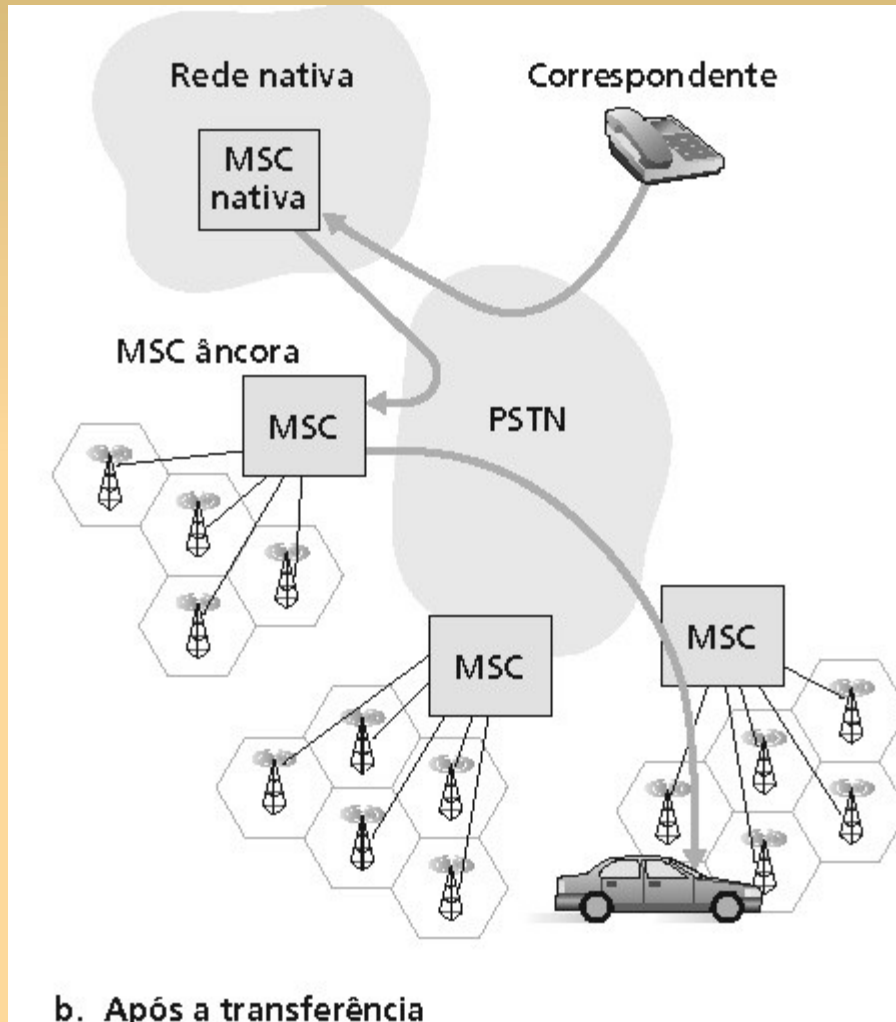
1. Velho BSS informa MSC sobre o handoff possível, fornece lista de 1 ou mais novos BSSs
2. MSC estabelece caminho (aloca recurso) ao novo BSS
3. Novo BSS aloca canal de rádio para uso pelo usuário móvel
4. Novo BSS avisa MSC, velho BSS: pronto
5. Velho BSS avisa usuário móvel: realiza handoff para novo BSS
6. O usuário móvel avisa o novo BSS para ativar novo canal
7. O usuário móvel avisa via novo BSS o MSC: handoff completo. MSC redireciona a chamada
8. MSC avisa velho BSS para liberar recursos

# GSM: handoff entre MSCs



- **MSC âncora:** primeiro MSC visitado durante chamada
  - Chamada permanece roteada por intermédio do MSC âncora
- Novos MSCs são adicionados no final da cadeia de MSCs, quando o usuário móvel se movimenta para novos MSCs
- IS-41 permite uma etapa de minimização de caminho para encurtar uma cadeia com muitos MSCs

# GSM: handoff entre MSCs



- **MSC âncora:** primeiro MSC visitado durante chamada
  - Chamada permanece roteada por intermédio do MSC âncora
- Novos MSCs são adicionados no final da cadeia de MSCs, quando o usuário móvel se movimenta para novos MSCs
- IS-41 permite uma etapa de minimização de caminho para encurtar uma cadeia com muitos MSCs

# Mobilidade: GSM *versus* IP móvel

Elemento GSM	Comentário sobre elemento GSM	Elemento IP móvel
Home system	Rede à qual o número de telefone permanente do usuário móvel pertence	Home network
Gateway Mobile Switching Center, ou “home MSC”. Home Location Register (HLR)	Home MSC: ponto de contato para obter um endereço roteável do usuário móvel. HLR: base de dados no sistema local contendo o número de telefone permanente, informações de perfil, localização atual do usuário móvel e informações de assinatura	Agente nativo
Sistema visitado	Rede que não seja o sistema local na qual o usuário móvel se encontra atualmente	Rede visitada
Visited Mobile services Switching Center. Visitor Location Record (VLR)	MSC visitado: responsável por estabelecer chamadas de/para nós móveis em células associadas com o MSC. VLR: base de dados temporária no sistema visitado, contendo informação de assinatura para cada usuário móvel visitante	Agente externo
Mobile Station Roaming Number (MSRN), ou “roaming number”	Endereço roteável para chamadas telefônicas entre o home MSC e o MSC visitado, não é visível nem para o móvel nem para o correspondente	Care-of-address

# Sem fio, mobilidade: impactos nos protocolos de alto nível

- Logicamente, o impacto deveria ser mínimo...
- Serviço de melhor esforço permanece inalterado
- TCP e UDP podem (e de fato fazem) rodar sobre redes móveis, sem fio
- ... mas para melhorar o desempenho:
- Perda de pacotes/atraso devido a erros (pacotes descartados, atrasos para retransmissões) e handoff
- TCP interpreta perda como congestão; reduzirá a janela de congestão desnecessariamente
- Problemas de atraso para tráfego de tempo real
- Banda passante limitada para enlaces sem fio

# Resumo

- Sem fio
- Enlaces sem fio:
  - Capacidade, distância
  - Limitações do canal
  - CDMA
- IEEE 802.11 (“wi-fi”)
  - CSMA/CA reflete características do canal sem fio
- Acesso celular
  - Arquitetura
  - Padrões (ex., GSM, CDMA-2000, UMTS)

## Mobilidade

- Princípios: endereçamento, roteamento para usuários móveis
  - Home, redes visitadas
  - Roteamento direto e indireto
  - Care-of-addresses
- Estudos de caso
  - IP móvel
  - Mobilidade em GSM
- Impacto nos protocolos de alto nível

SSC0748