

PTC 2550 - Aula 14

3.6 IP Móvel

3.7 Gerenciamento da mobilidade em redes celulares

3.8 Sem fio e mobilidade: impacto nos protocolos de camadas mais altas

(Kurose, p. 404 - 432)

(Peterson, p. 79-91)

24/05/2017

Capítulo 3 – Estrutura de Tópicos

3.1 Introdução

Sem fio

3.2 Enlaces sem fio, características

- CDMA

3.3 LANs sem fio IEEE 802.11 (“Wi-Fi”)

3.4 Acesso a Internet via Celular

- arquitetura
- padrões (e.g., GSM)

Mobilidade

3.5 Princípios: endereçamento e roteamento de usuários móveis

3.6 *Mobile IP*

3.7 Tratamento da mobilidade em redes celulares

3.8 Mobilidade e protocolos de camadas mais altas

3.9 Resumo

Mobilidade: vocabulário

rede nativa (home network):

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

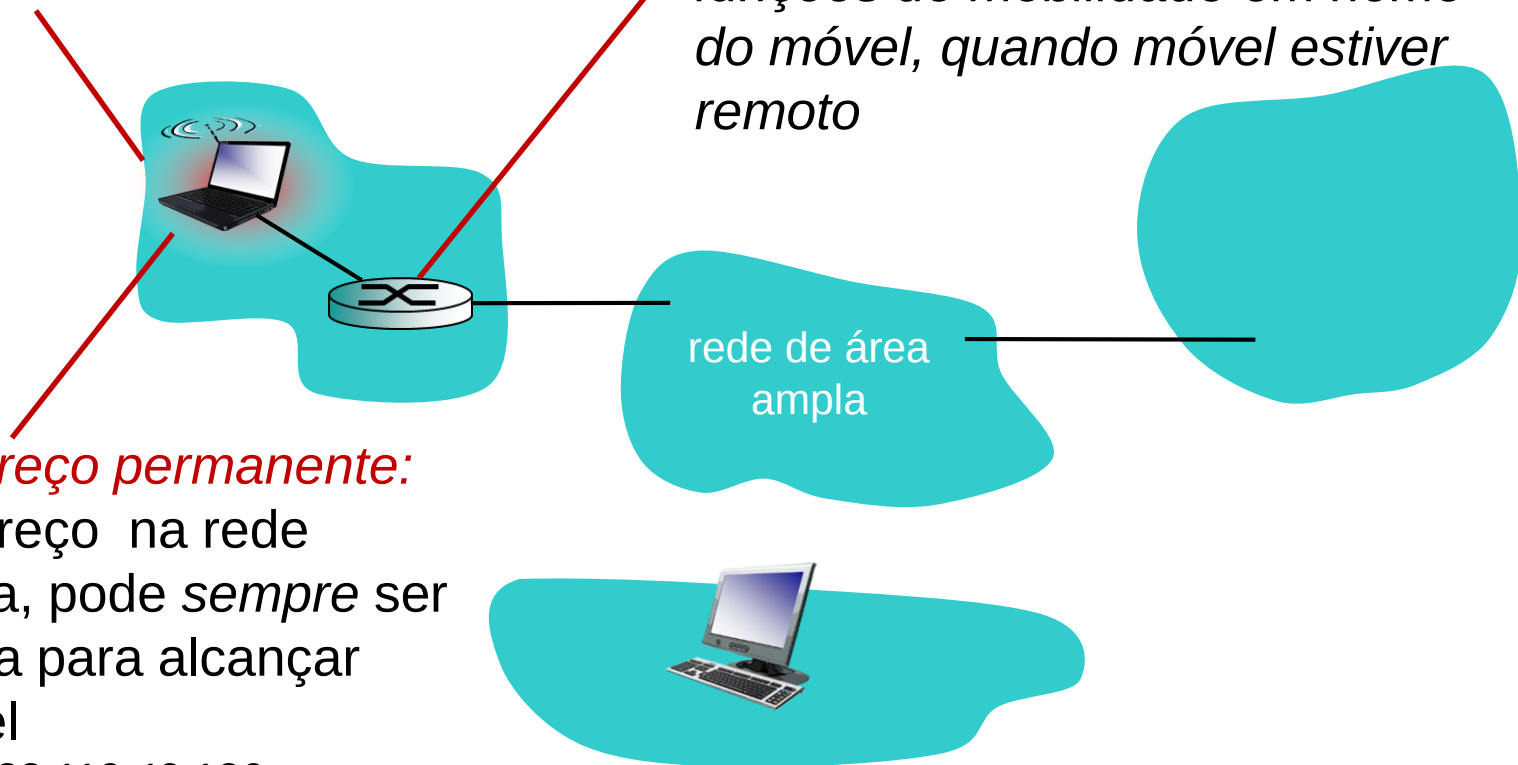
agente nativo (HA – Home

*Agent): entidade que realizará
funções de mobilidade em nome
do móvel, quando móvel estiver
remoto*

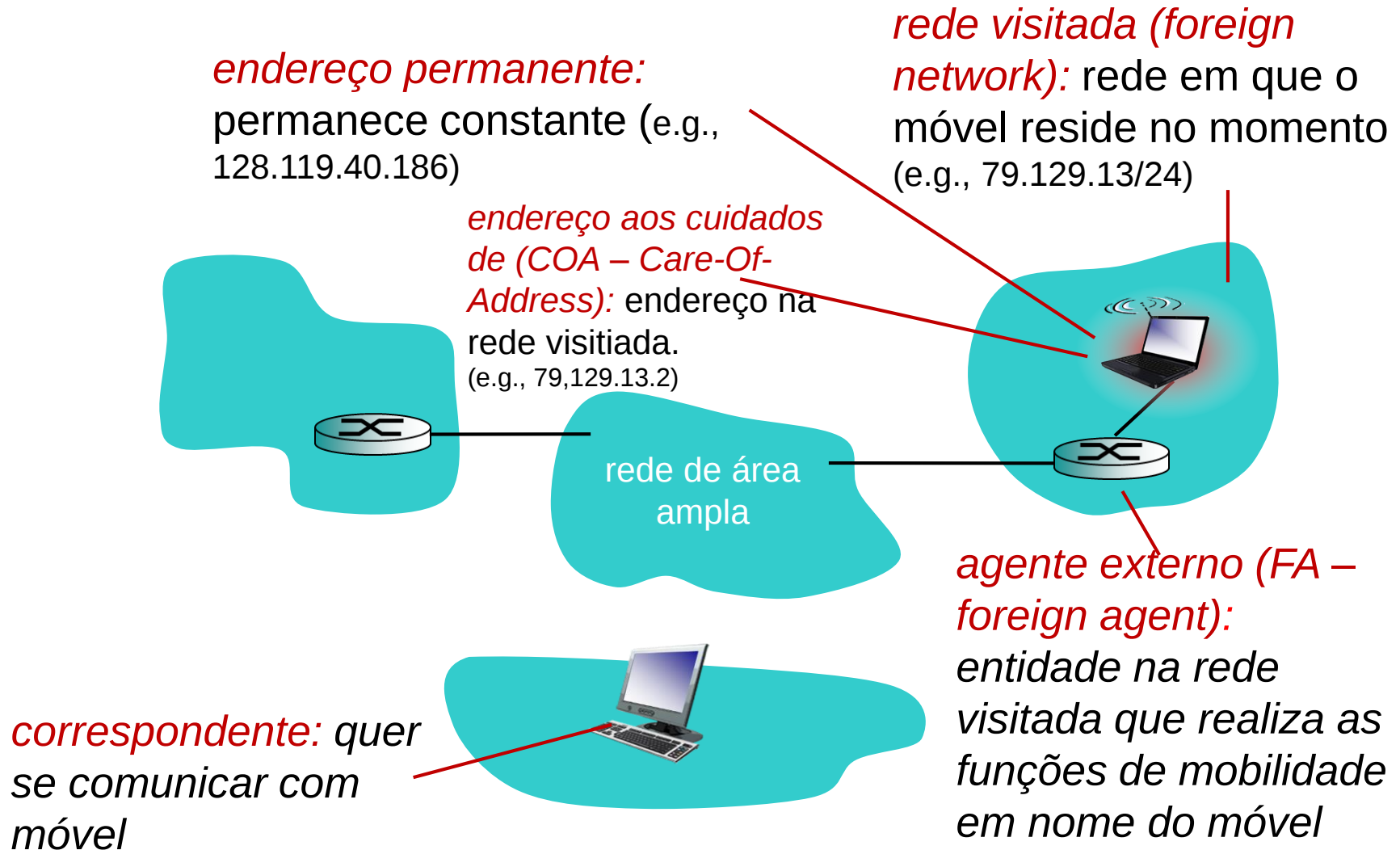
endereço permanente:

endereço na rede
nativa, pode sempre ser
usada para alcançar
móvel

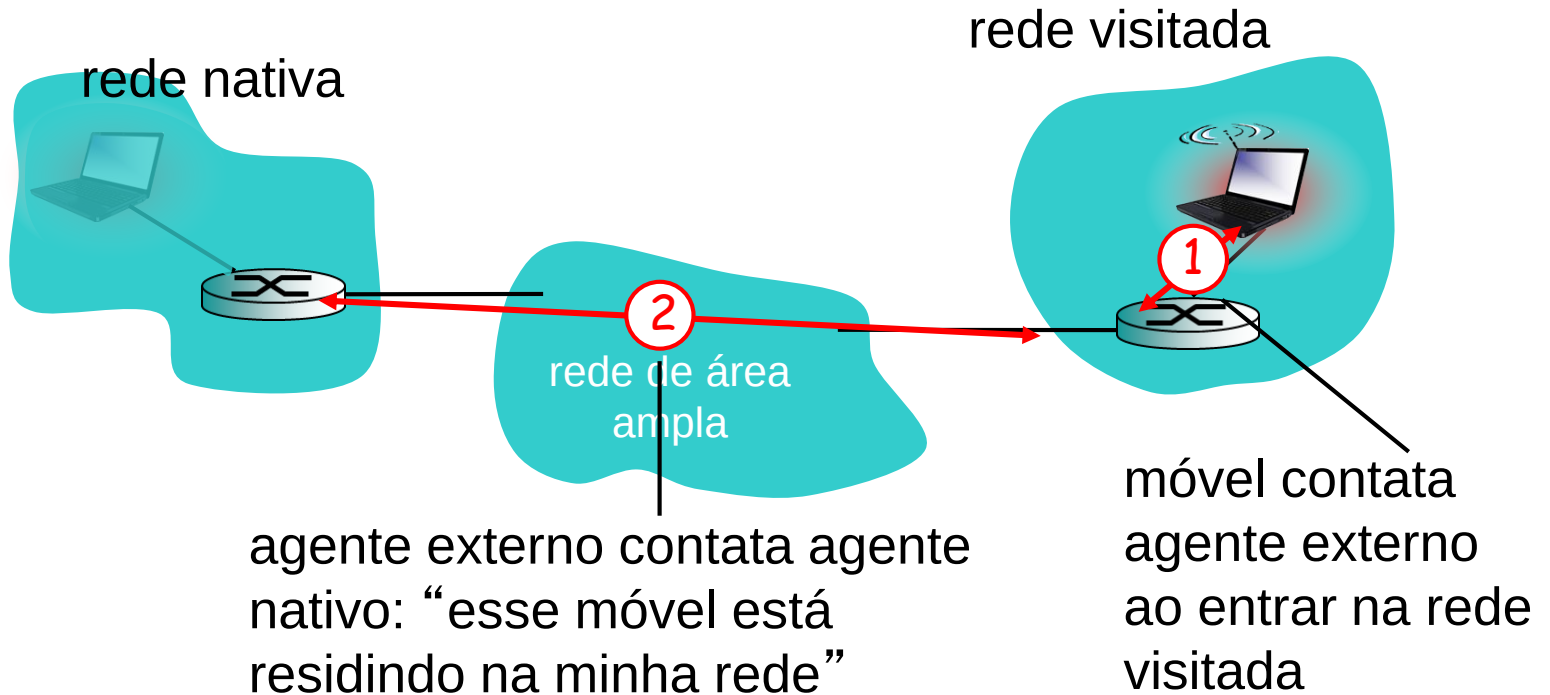
e.g., 128.119.40.186



Mobilidade: mais vocabulário



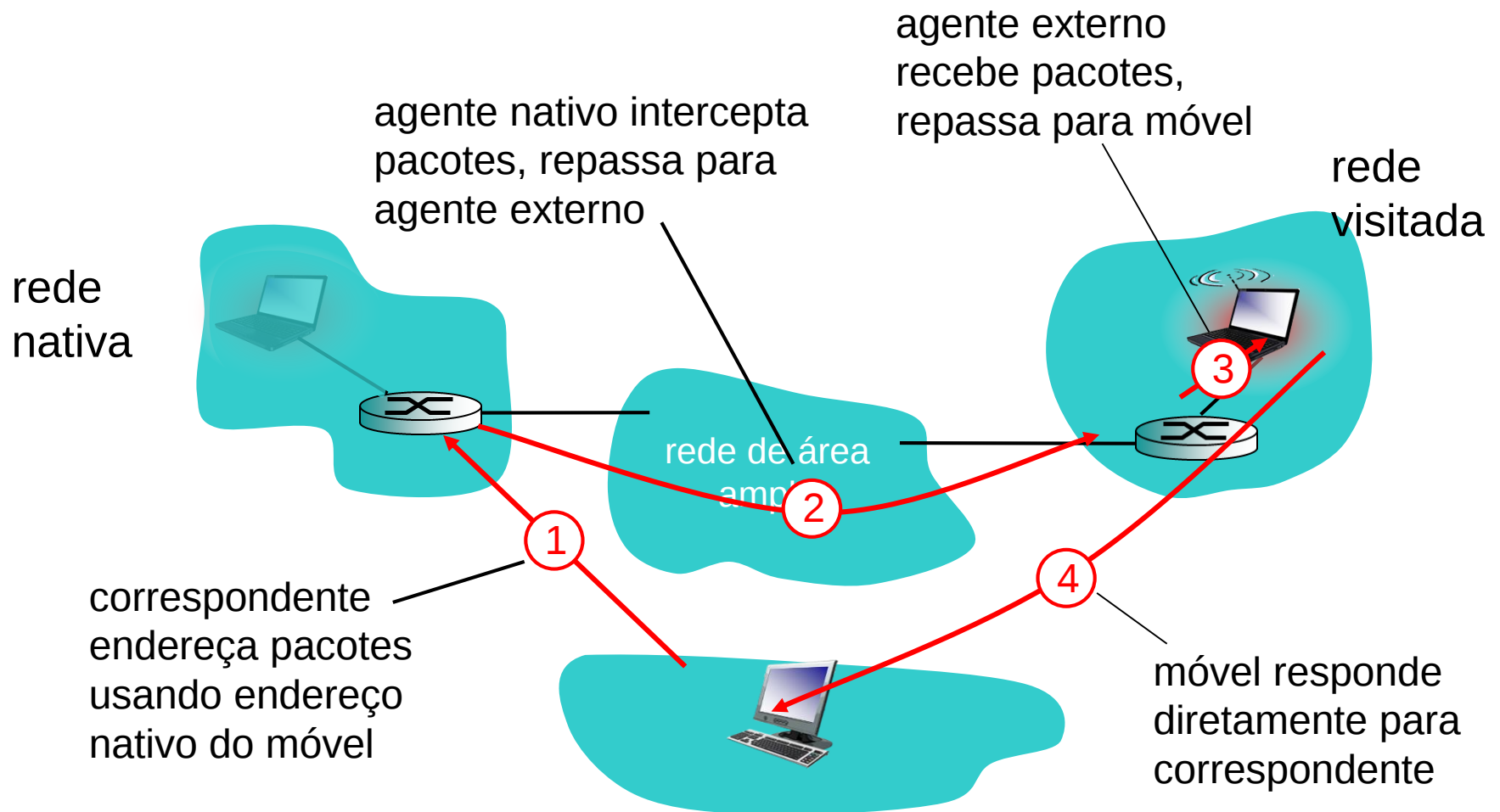
Mobilidade: registro



resultado final:

- ❖ agente externo sabe sobre o móvel
- ❖ agente nativo sabe localização do móvel

Mobilidade via roteamento indireto



Roteamento indireto : comentários

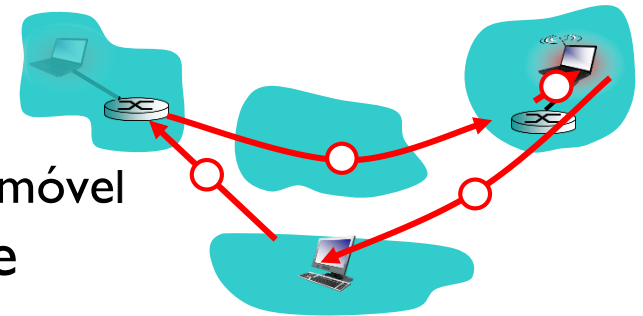
❖ móvel usa 2 endereços:

- **endereço permanente** : usado pelo correspondente (assim localização do móvel é *transparente* para correspondente)
- **endereço “aos cuidados de” (COA)**: usado pelo agente nativo para repassar datagramas para móvel

❖ funções do agente externo podem ser feitas pelo próprio móvel

❖ roteamento triangular

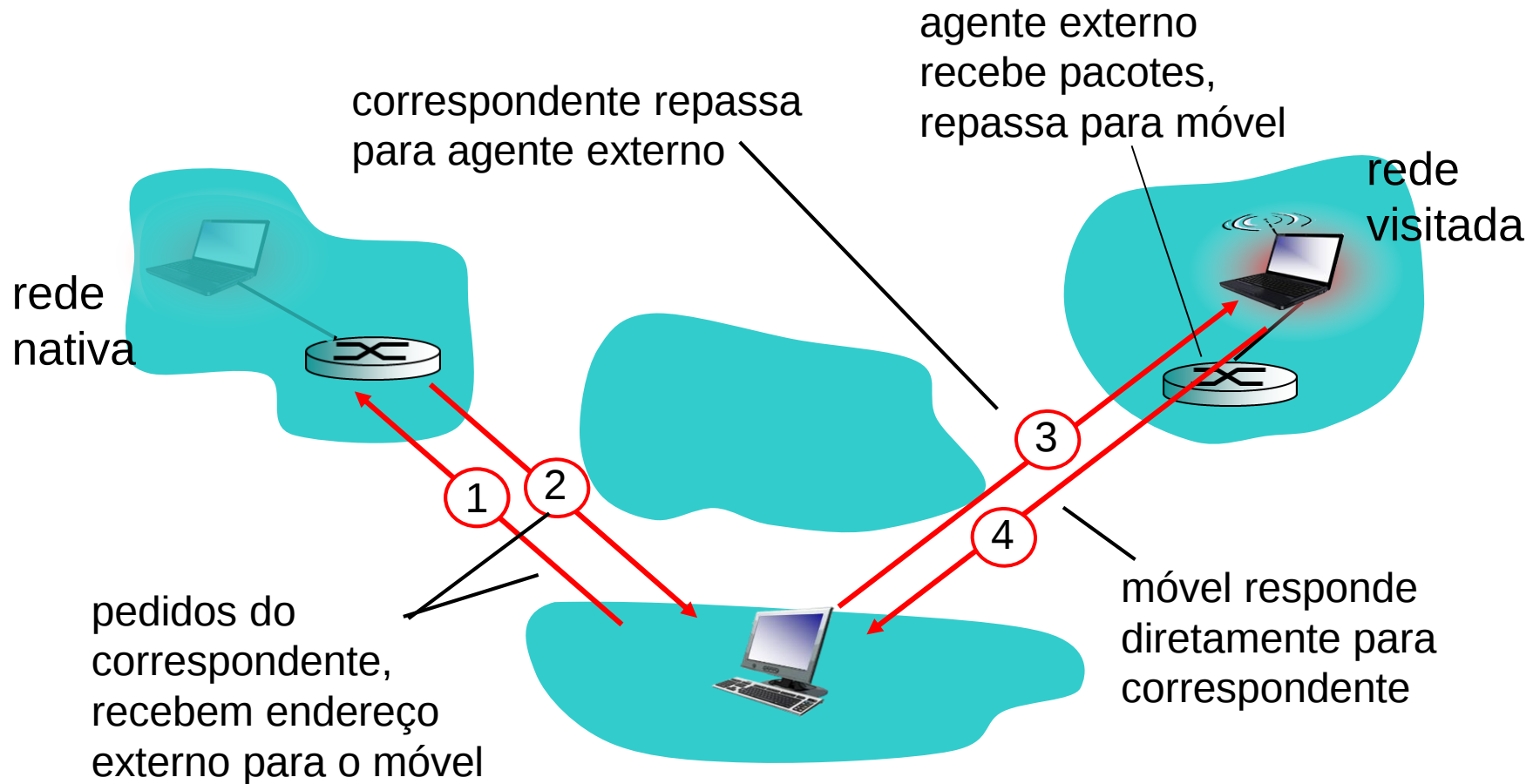
- correspondente - agente nativo – rede - móvel
- ineficiente quando correspondente e móvel estão na mesma rede



Roteamento indireto : movendo entre redes

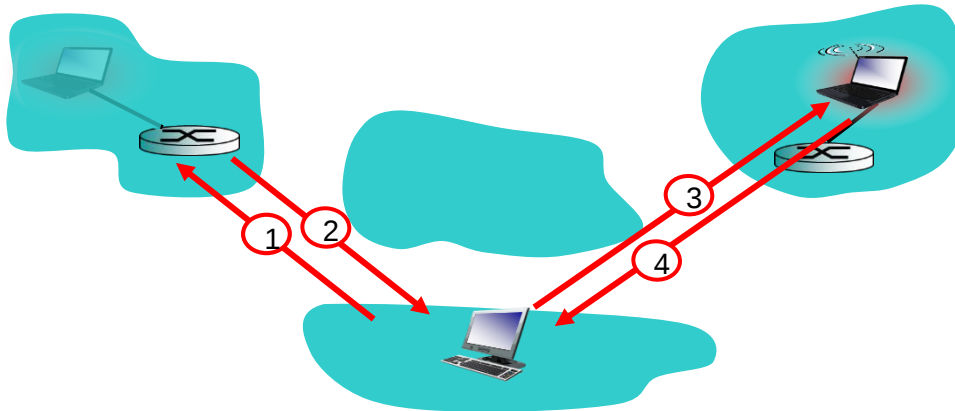
- ❖ suponha que usuário móvel move-se para outra rede
 - registra-se com novo agente externo
 - novo agente externo registra-se com agente nativo
 - agente nativo atualiza endereço “aos cuidados de” para móvel
 - pacotes continuam a ser repassados para móvel (mas com novo endereço “aos cuidados de”)
- ❖ mobilidade, mudança de redes externas transparente:
conexões em andamento podem ser mantidas!
- ❖ *Abordagem utilizada no padrão Mobile IP [[RFC 5944](#) (2010)]*

Mobilidade via roteamento direto



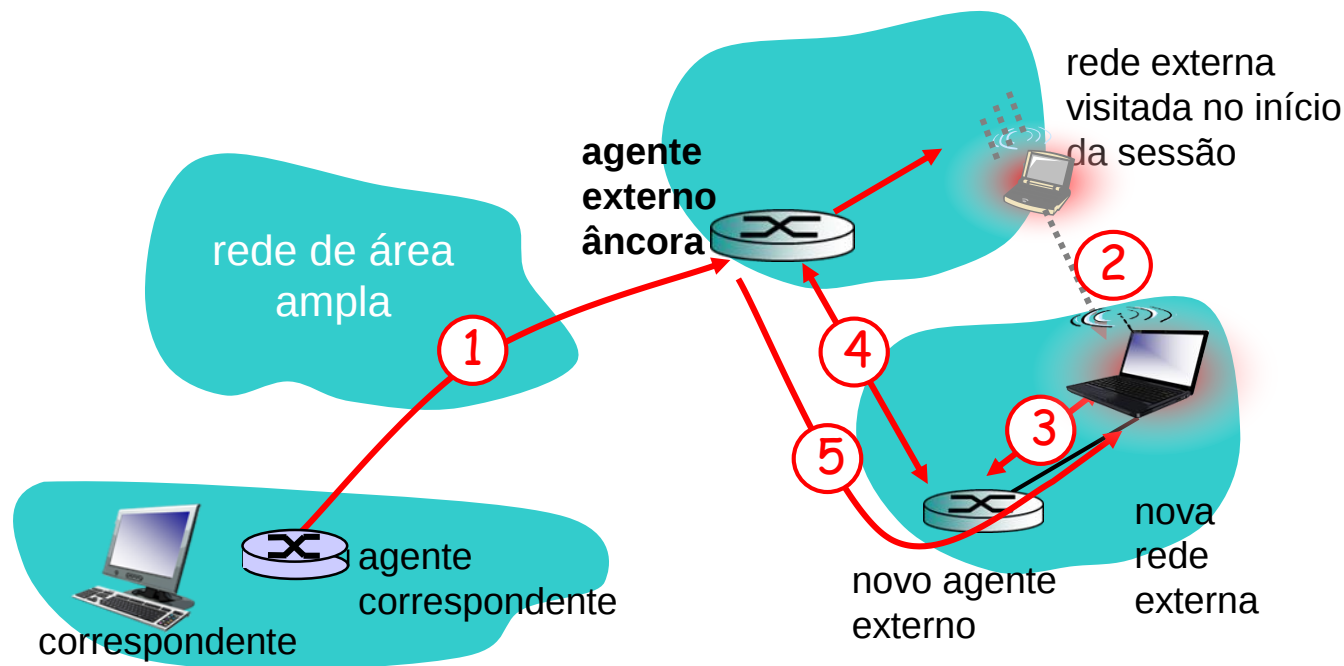
Mobilidade via roteamento direto: comentários

- ❖ supera problema do roteamento triangular
- ❖ *não-transparente para correspondente:*
correspondente precise lidar com endereço “aos cuidados de” do agente nativo
 - o que ocorre se móvel muda de rede visitada?



Acomodando mobilidade com roteamento direto

- ❖ **agente externo âncora**: FA da rede em que móvel estava quando sessão iniciou
- ❖ dados sempre roteados primeiro para FA âncora
- ❖ quando móvel se move: novo FA providencia que dados sejam repassados do antigo FA (encadeamento)
- ❖ **Adotado na prática em redes GSM**



Capítulo 3 – Estrutura de Tópicos

3.1 Introdução

Sem fio

3.2 Enlaces sem fio, características

- CDMA

3.3 LANs sem fio IEEE 802.11 (“Wi-Fi”)

3.4 Acesso a Internet via Celular

- arquitetura
- padrões (e.g., GSM)

Mobilidade

3.5 Princípios: endereçamento e roteamento de usuários móveis

3.6 *Mobile IP*

3.7 Tratamento da mobilidade em redes celulares

3.8 Mobilidade e protocolos de camadas mais altas

3.9 Resumo

Mobile IP

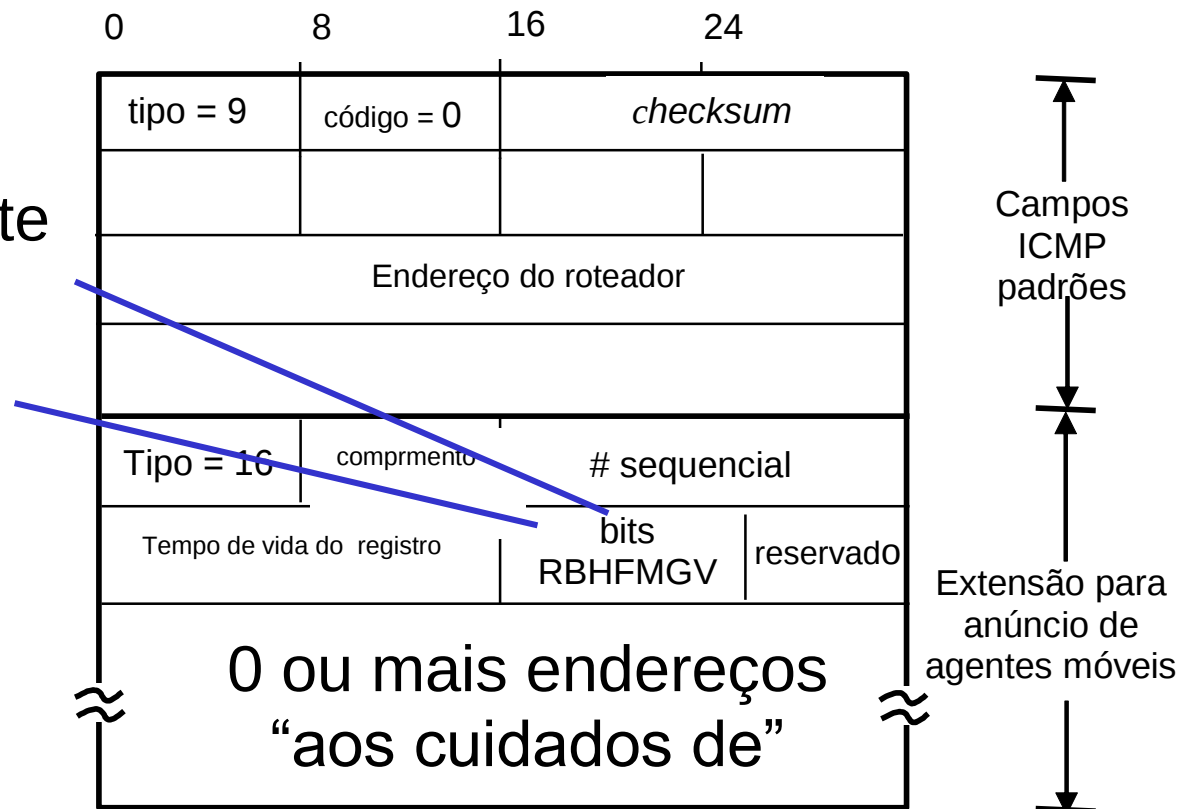
- ❖ Arquitetura e protocolos Internet para suportar mobilidade – [RFC 2002](#) (1996) ... [RFC 5944](#) (2010)
- ❖ Flexível permitindo muitos modos de operação - **complexo**
- ❖ utiliza muitas ferramentas que vimos:
 - agentes nativos, agentes externos, registro em agentes externos, endereços “aos cuidados de”, encapsulamento (pacote-dentro-de-pacote)
- ❖ 3 componentes principais:
 - descoberta de agente – protocolos usados por agentes nativos e externos para anunciar seus serviços para nós móveis e para nós móveis solicitarem serviços de agentes nativos e externos
 - registro com agente nativo – protocolos para nó móvel ou agente externo registrar e desregistrar COA em agente nativo
 - roteamento indireto de datagramas [[RFC 2003](#) (1996)...[RFC 6864](#) (2013)]
- ❖ Considerações sobre segurança são críticas!!
- ❖ Um vídeo interessante [aqui](#)

Mobile IP: descoberta de agente

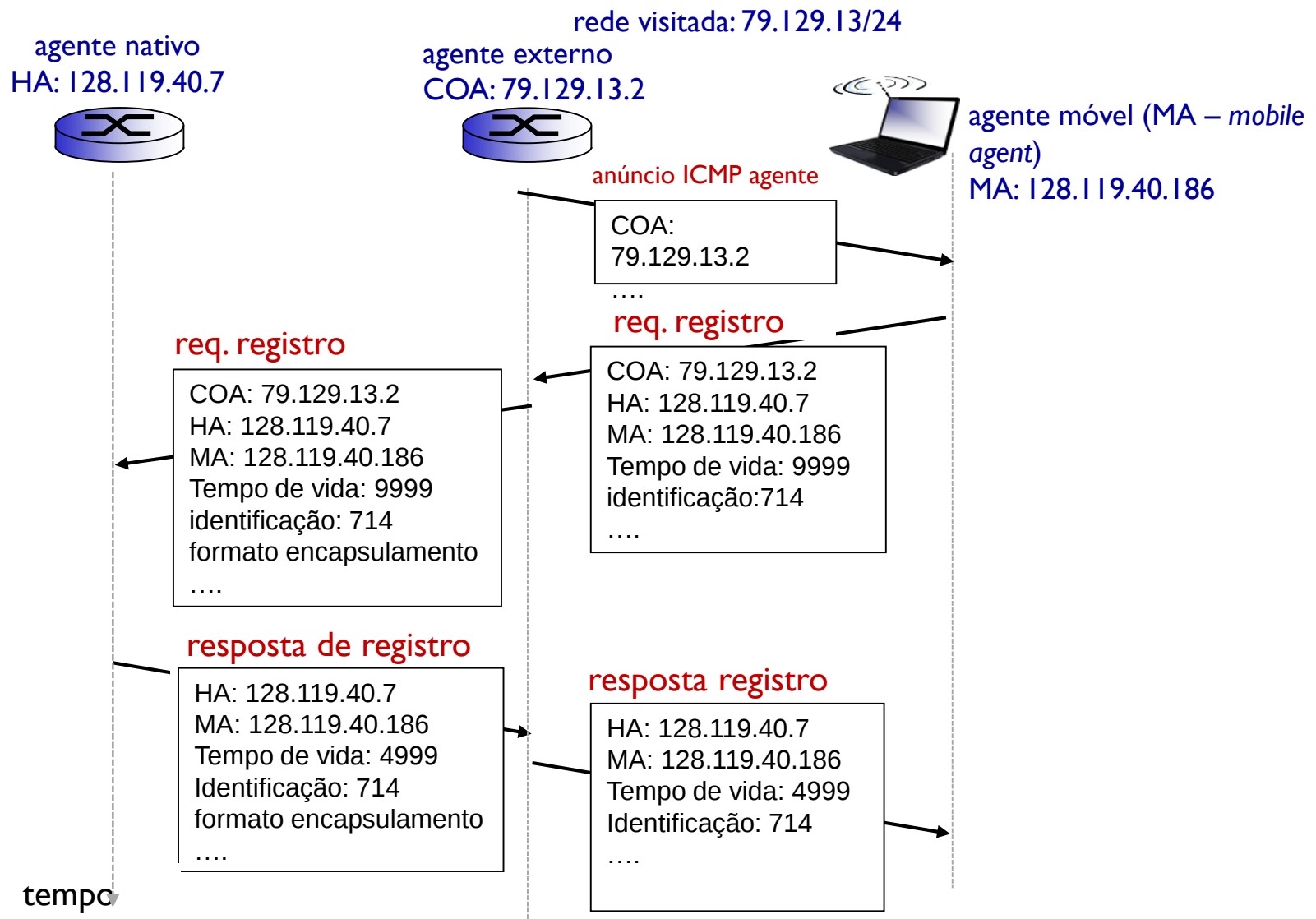
- ❖ *anúncio de agente* : agentes externos/nativos anunciam serviço inundando mensagens ICMP (campo tipo = 9) [[RFC 1256](#)]

bits H,F : agente
nativo e/ou
externo

bit R : registro
necessário

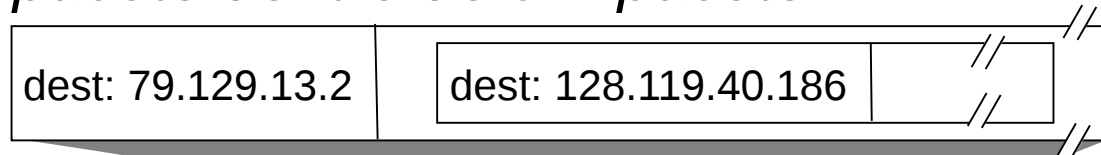


Mobile IP: exemplo de registro

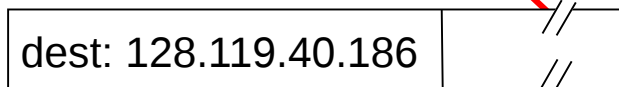


Mobile IP: roteamento indireto

pacote enviado por agente
nativo para agente externo: *um
pacote dentro de um pacote*

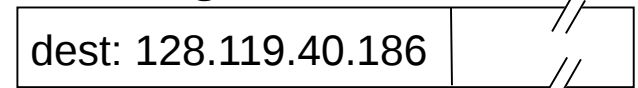


Endereço
permanente:
128.119.40.186



pacote enviado
por
correspondente

pacote do agente externo
para o agente móvel



Endereço “aos
cuidados de”:
79.129.13.2

Capítulo 3 – Estrutura de Tópicos

3.1 Introdução

Sem fio

3.2 Enlaces sem fio, características

- CDMA

3.3 LANs sem fio IEEE 802.11 (“Wi-Fi”)

3.4 Acesso a Internet via Celular

- arquitetura
- padrões (e.g., GSM)

Mobilidade

3.5 Princípios: endereçamento e roteamento de usuários móveis

3.6 *Mobile IP*

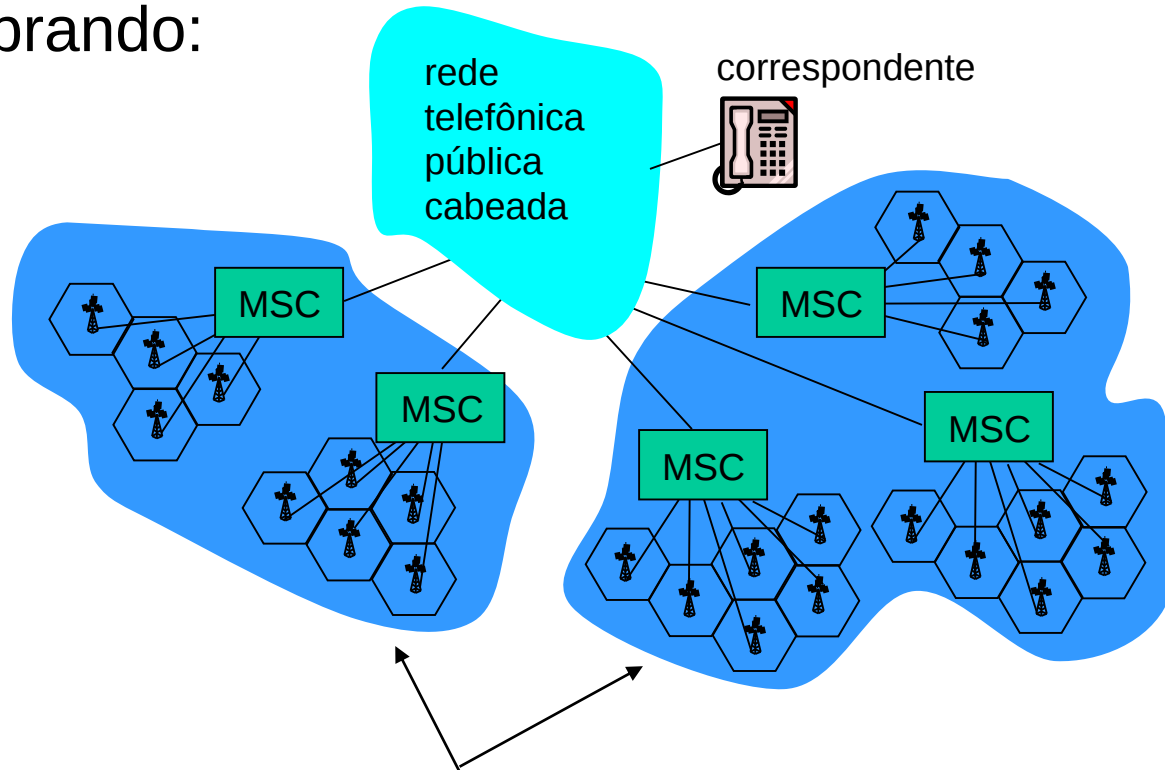
3.7 Tratamento da mobilidade em redes celulares

3.8 Mobilidade e protocolos de camadas mais altas

3.9 Resumo

Componentes de uma arquitetura de rede celular

lembrando:

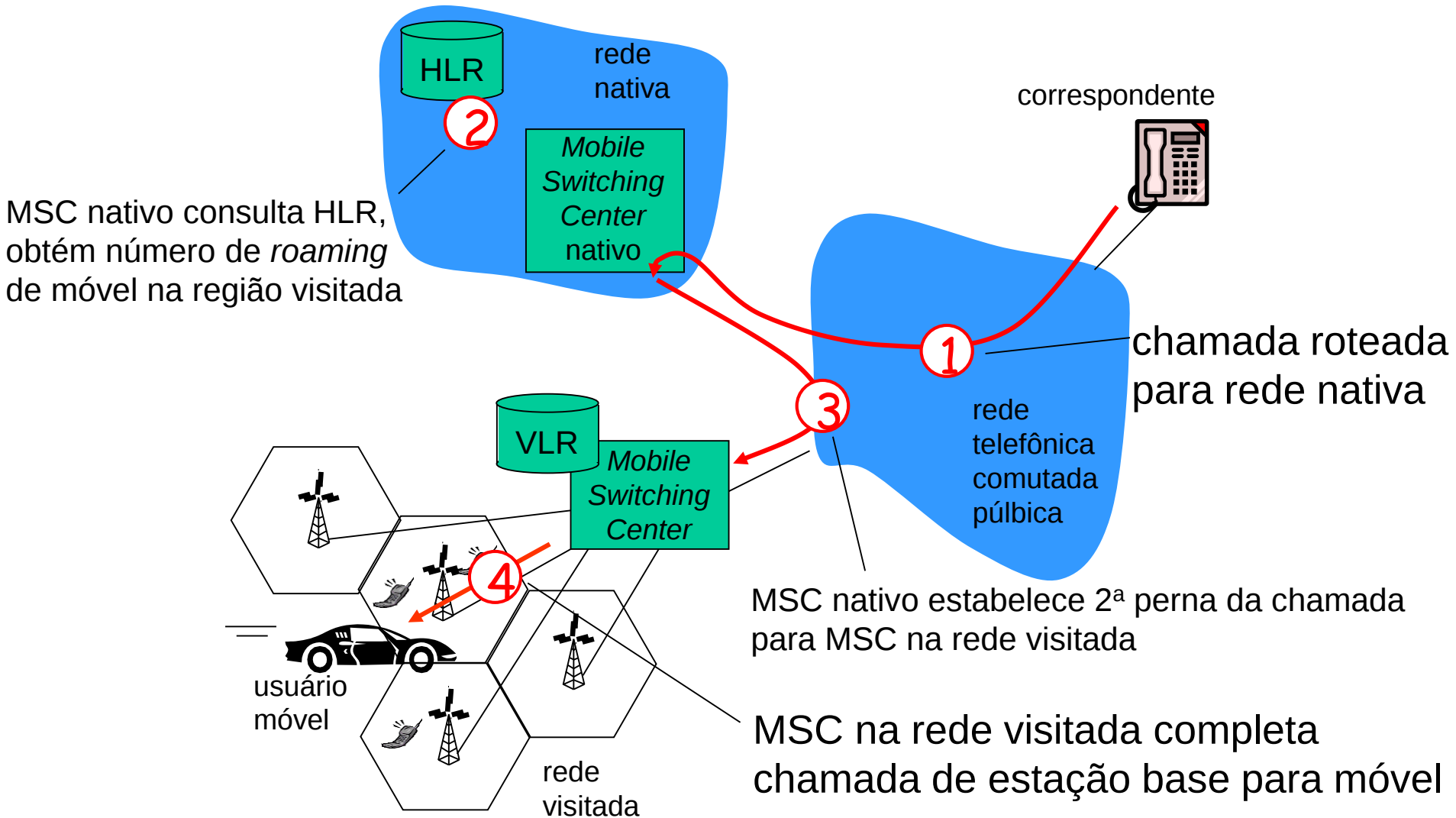


diferentes redes celulares,
operadas por diferentes provedores

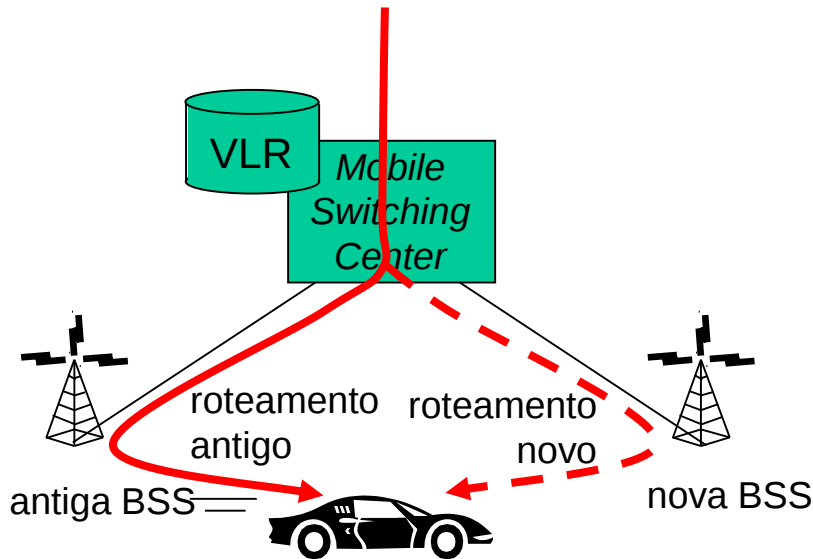
Lidando com mobilidade em redes celulares

- ❖ *rede nativa (home Public Land Mobile Network (PLMN) - home network)*: rede do provedor de celular que você assina (e.g., Oi, Vivo, Claro)
 - *Registro Nativo de Localização (HLR - Home Location Register)*: banco de dados na rede nativa contendo # de telefones celulares permanentes, informações de perfil (serviços, preferências, cobrança), informações sobre atual localização (pode ser em outra rede)
- ❖ *rede visitada (PLMN visitada)* : rede em que móvel reside no momento
 - *Registro de Localização de Visitantes (VLR - Visitor Location Register)*: banco de dados com entradas para cada usuário atualmente na rede
 - geralmente uma rede tem HLR e VLR

GSM: roteamento indireto para móvel

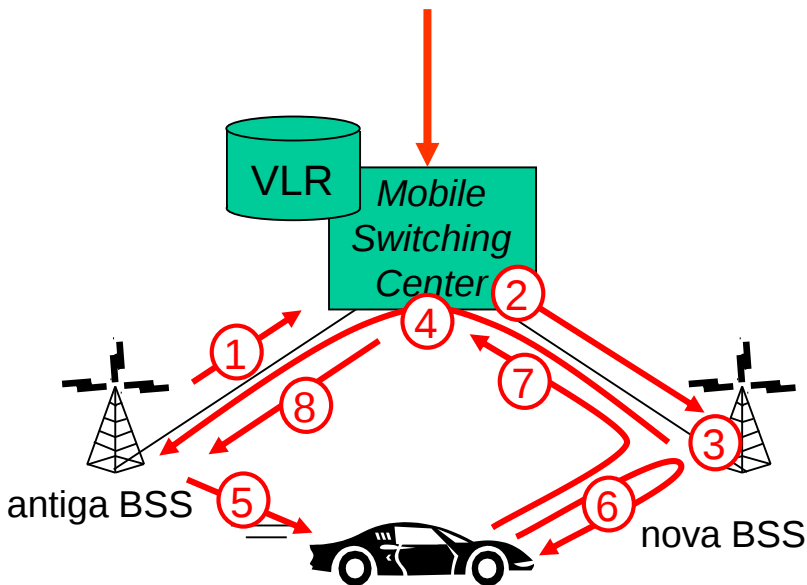


GSM: *handoff* com MSC comum



- ❖ **objetivo do *handoff***: rotear chamada via nova estação base (sem interrupção)
- ❖ **razões para *handoff***:
 - sinal mais forte de/para nova BSS (continuar conectividade, menos gasto de bateria)
 - balanço de carga : livrar canais na atual BSS
 - GSM não determina quando fazer *handoff* (política), apenas como (mecanismo)
- ❖ ***handoff* iniciado por antiga BSS**

GSM: *handoff* com MSC comum

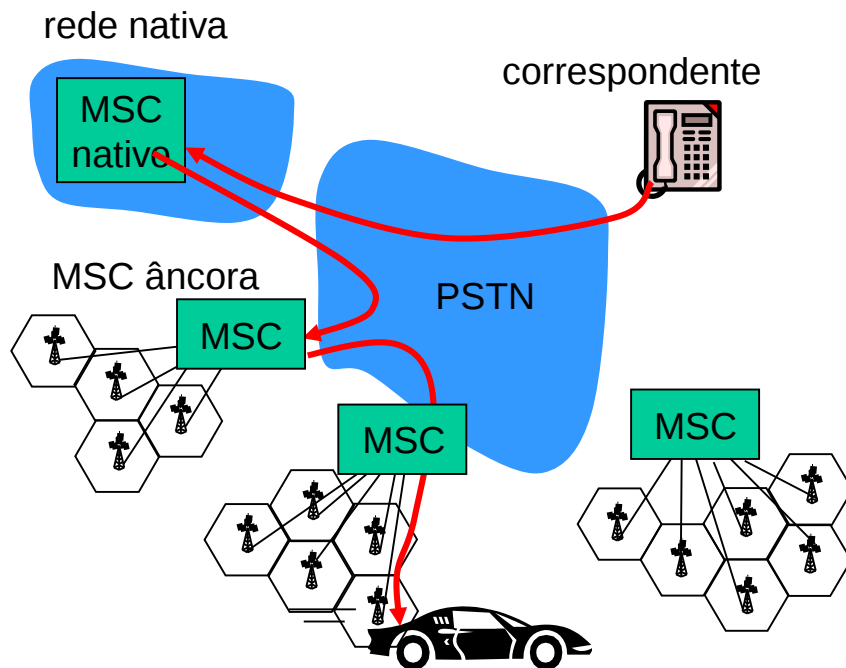


1. antiga BSS informa MSC de *handoff* iminente, provê lista de 1 ou mais novas BSSs
2. MSC configura caminho (aloca recursos) para nova BSS
3. nova BSS aloca canal de rádio para uso do móvel
4. nova BSS sinaliza MSC, antiga BSS: pronto
5. antiga BSS avisa móvel: faça *handoff* para nova BSS – até aqui móvel não sabia de nada!
6. móvel, nova BSS sinalizam para ativar novo canal
7. móvel sinaliza via novo BSS para MSC: *handoff* completo MSC redireciona chamada
8. recursos MSC-antiga-BSS liberados

GSM: *handoff* entre MSCs

❖ *MSC âncora* : primeira MSC visitada durante chamada

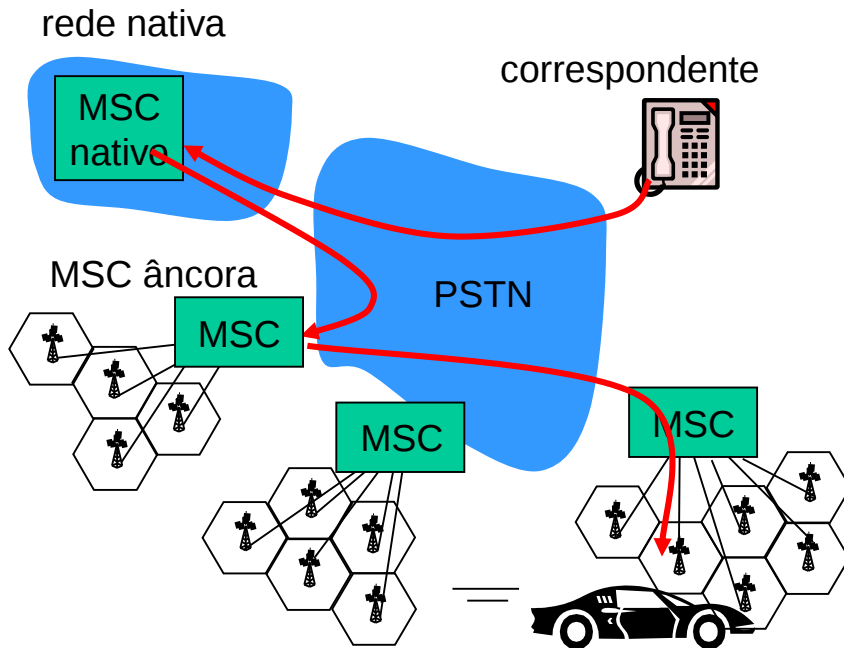
- chamada permanece roteada através da MSC âncora



(a) antes do *handoff*

GSM: *handoff* entre MSCs

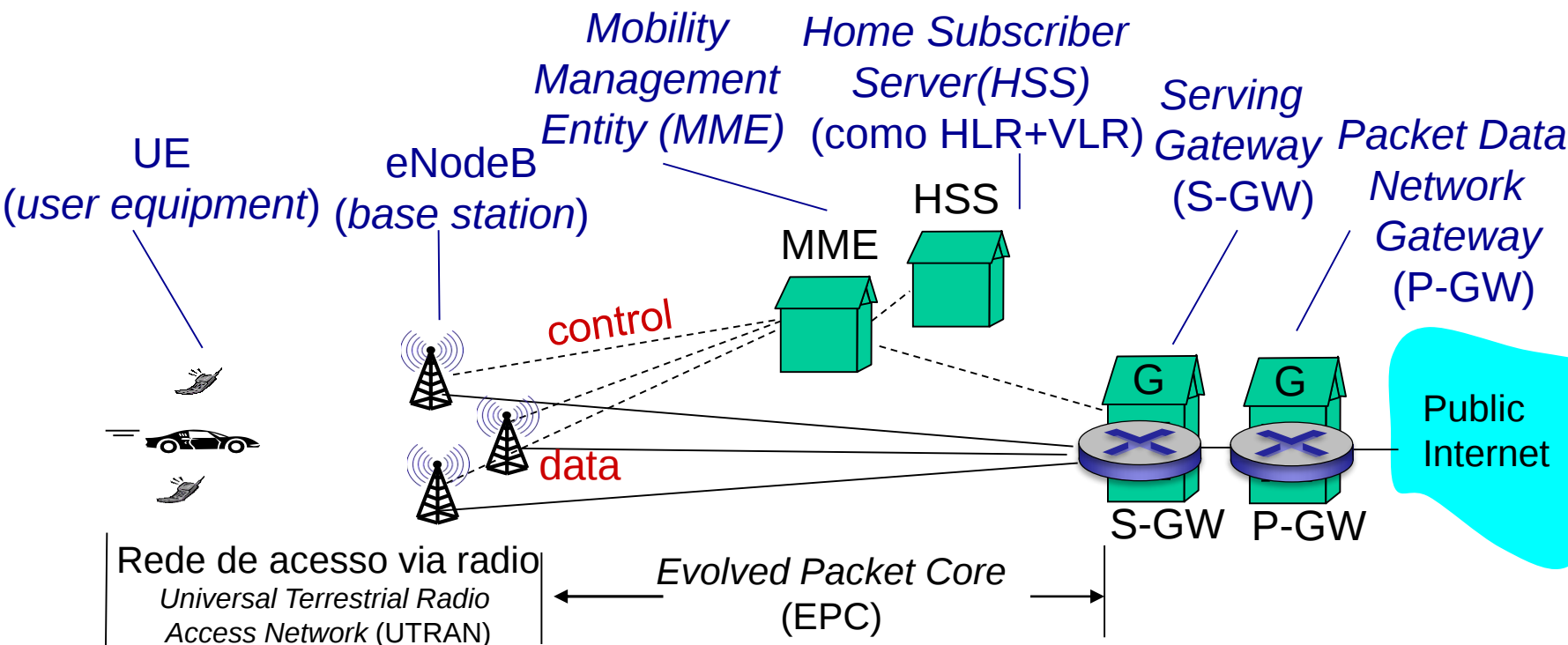
- ❖ **MSC âncora** : primeira MSC visitada durante chamada
 - chamada permanece roteada através da MSC âncora



(b) depois do *handoff*

Lembrando... LTE 4G

- **Núcleo *all IP***: pacotes IP da estação base até roteador gateway – *tanto dados quanto controle*
- **Sem separação entre voz e dados** – todo o tráfego carregado sobre núcleo IP até gateway



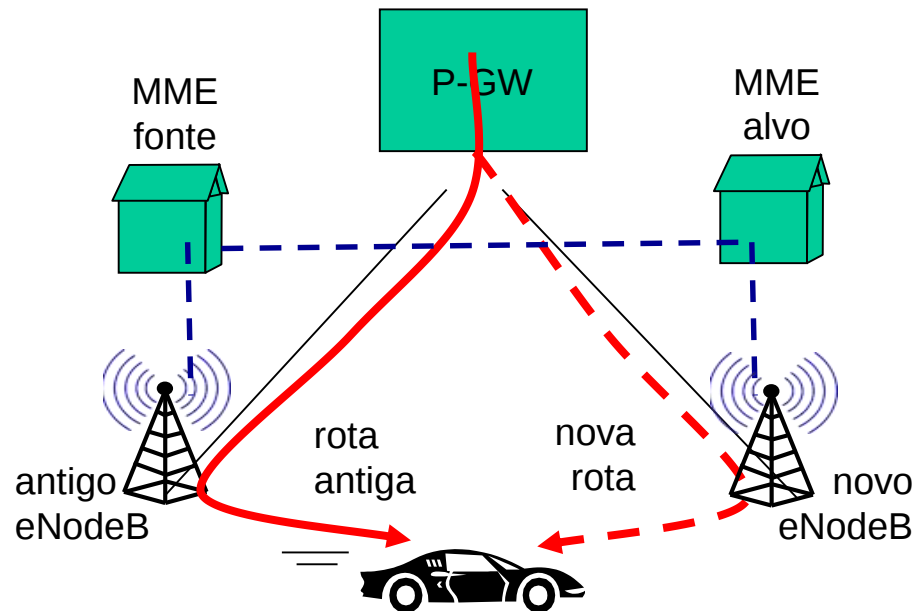
Lidando com Mobilidade no LTE

- Paginação (*paging*): UE inativo pode se mover de célula para célula: rede não sabe onde UE inativo está residindo
 - Mensagem de *paging* do MME inundada por todos os eNodeB para localizar UE

- *handoff*: similar ao 3G:

- Fase de preparação
- Fase de execução
- Fase de conclusão

- Exemplo de artigo: [aqui](#)



Mobilidade: celular versus *Mobile IP*

Elemento GSM	Comentário sobre elemento GSM	Elemento <i>Mobile IP</i>
Sistema nativo	Rede a que número de telefone permanente do usuário pertence	Rede nativa
<i>Gateway Mobile Switching Center</i> , ou “MSC nativo”. <i>Registro Nativo de Localização (HLR)</i>	MSC nativo: ponto de contato para obter endereço passível de roteamento para usuário móvel. HLR: banco de dados no sistema nativo contendo número de telefone permanente, informação de perfil, localização atual do usuário móvel, informação de assinatura	Agente nativo
Sistema visitado	Rede que não a nativa em que usuário móvel está atualmente locado	Rede Visitada
<i>Visited Mobile Services Switching Center</i> , ou “MSC visitado”. <i>Registro de Localização de Visitantes (VLR)</i>	MSC visitado: responsável por configurar chamadas de/para nós móveis em células associadas com MSC. VLR: entrada em banco de dados temporário em sistema visitado, contendo informações de assinatura para cada usuário móvel visitante	Agente externo
<i>Mobile Station Roaming Number (MSRN)</i> , ou “número de <i>roaming</i> ”	Endereço passível de roteamento para segmento de chamada telefônica entre MSC nativo e MSC visitado. Invisível tanto para móvel como para correspondente.	Endereço “aos cuidados de”

Capítulo 3 – Estrutura de Tópicos

3.1 Introdução

Sem fio

3.2 Enlaces sem fio, características

- CDMA

3.3 LANs sem fio IEEE 802.11 (“Wi-Fi”)

3.4 Acesso a Internet via Celular

- arquitetura
- padrões (e.g., GSM)

Mobilidade

3.5 Princípios: endereçamento e roteamento de usuários móveis

3.6 *Mobile IP*

3.7 Tratamento da mobilidade em redes celulares

3.8 Mobilidade e protocolos de camadas mais altas

3.9 Resumo

Sem fio, mobilidade: impacto nos protocolos das camadas superiores

❖ logicamente, impacto *deveria* ser mínimo...

- modelo de serviço de “melhor esforço” permanece inalterado
- TCP e UDP podem rodar e rodam sobre canal sem fio, móvel

❖ ... mas em termos de desempenho:

- perda de pacotes/latência devido a erros em bits (pacotes descartados, atrasos por retransmissões na camada de enlace) e *handoff*
- TCP interpreta perda como congestionamento, decresce janela de congestionamento desnecessariamente – *pode ser problemático – split-connections*
- problemas com latência para tráfego em tempo real
- capacidade limitada para enlaces sem fio
- Exemplos de artigos a respeito: [aqui](#) e [aqui](#)

Capítulo 3 – Estrutura de Tópicos

3.1 Introdução

Sem fio

3.2 Enlaces sem fio, características

- CDMA

3.3 LANs sem fio IEEE 802.11 (“Wi-Fi”)

3.4 Acesso a Internet via Celular

- arquitetura
- padrões (e.g., GSM)

Mobilidade

3.5 Princípios: endereçamento e roteamento de usuários móveis

3.6 *Mobile IP*

3.7 Tratamento da mobilidade em redes celulares

3.8 Mobilidade e protocolos de camadas mais altas

3.9 **Resumo**

Capítulo 3 resumo

Sem fio

- ❖ enlaces sem fio:
 - capacidade, distância
 - problemas em canais
 - CDMA
- ❖ IEEE 802.11 (“Wi-Fi”)
 - CSMA/CA reflete as características dos canais sem fio
- ❖ acesso via celular
 - arquitetura
 - padrões (e.g., GSM, 3G, 4G LTE)

Mobilidade

- ❖ princípios: endereçamento, roteamento para usuários móveis
 - redes nativas e visitadas
 - roteamento direto e indireto
 - endereço “aos cuidados de”
- ❖ estudo de casos
 - *mobile IP*
 - mobilidade no GSM, LTE
- ❖ impacto nos protocolos das camadas superiores