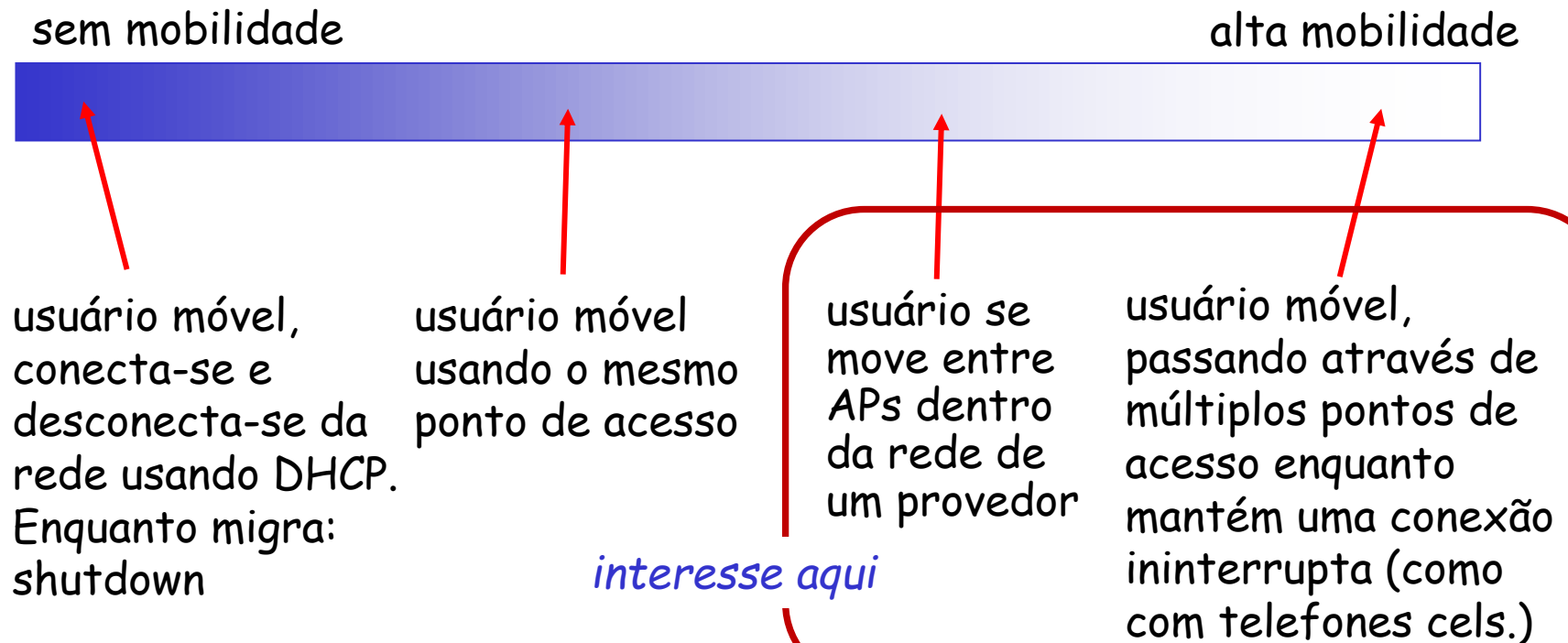


# Princípios de Mobilidade e IP Móvel

# O que é mobilidade?

espectro de mobilidade, a partir de uma perspectiva da rede



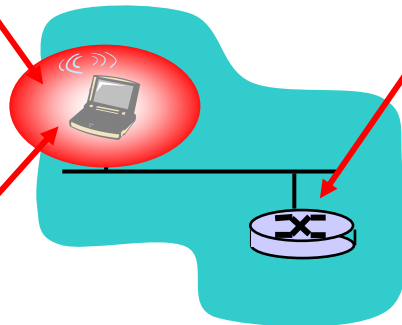
# Mobilidade: Vocabulário

**Rede nativa** "residência"  
permanente do host móvel  
(por ex, 128.119.40/24)

**Agente nativo:** entidade que irá  
realizar as funções de  
mobilidade em favor do disp  
móvel quando este estiver em  
local remoto

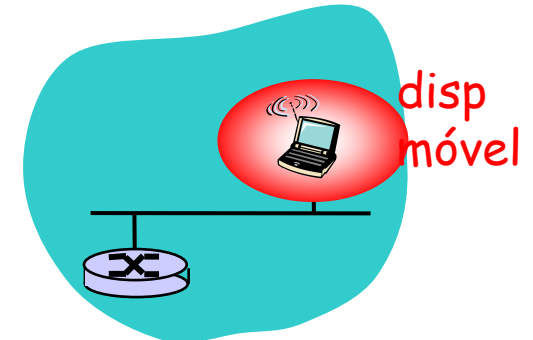
**Endereço permanente:**  
endereço do  
dispositivo móvel na  
rede nativa; pode  
sempre ser usado para  
se comunicar com o  
host móvel

Por ex. 128.119.40.186

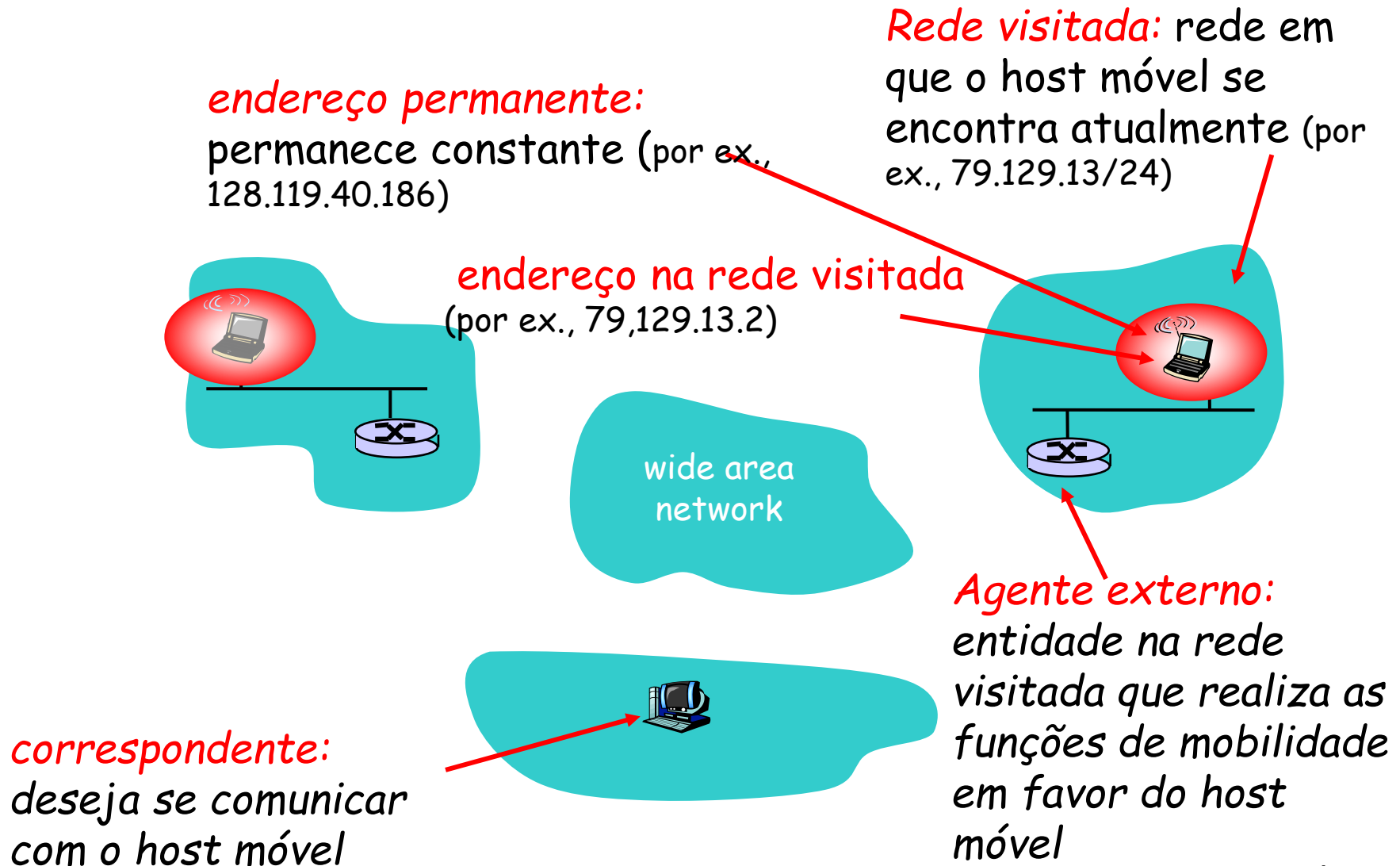


wide area  
network

correspondente



# Mobilidade: mais vocabulário



# Analogia: como contatar um amigo que se mudou

Considere um amigo que troca de endereço com frequência. Como encontrá-lo?

- ☐ pesquisar nos redes sociais?
- ☐ telefonar para os pais dele?
- ☐ esperar que ele/ela comunique seu novo endereço?



# Analogia: Como contactar um amigo que se mudou

Considere um amigo que troca de endereço com frequência. Como encontrá-lo?

Importância de ter uma "casa":

- Uma fonte de informação sobre vc!
- Um lugar onde as pessoas podem descobrir onde vc está!



# Mobilidade: Abordagens

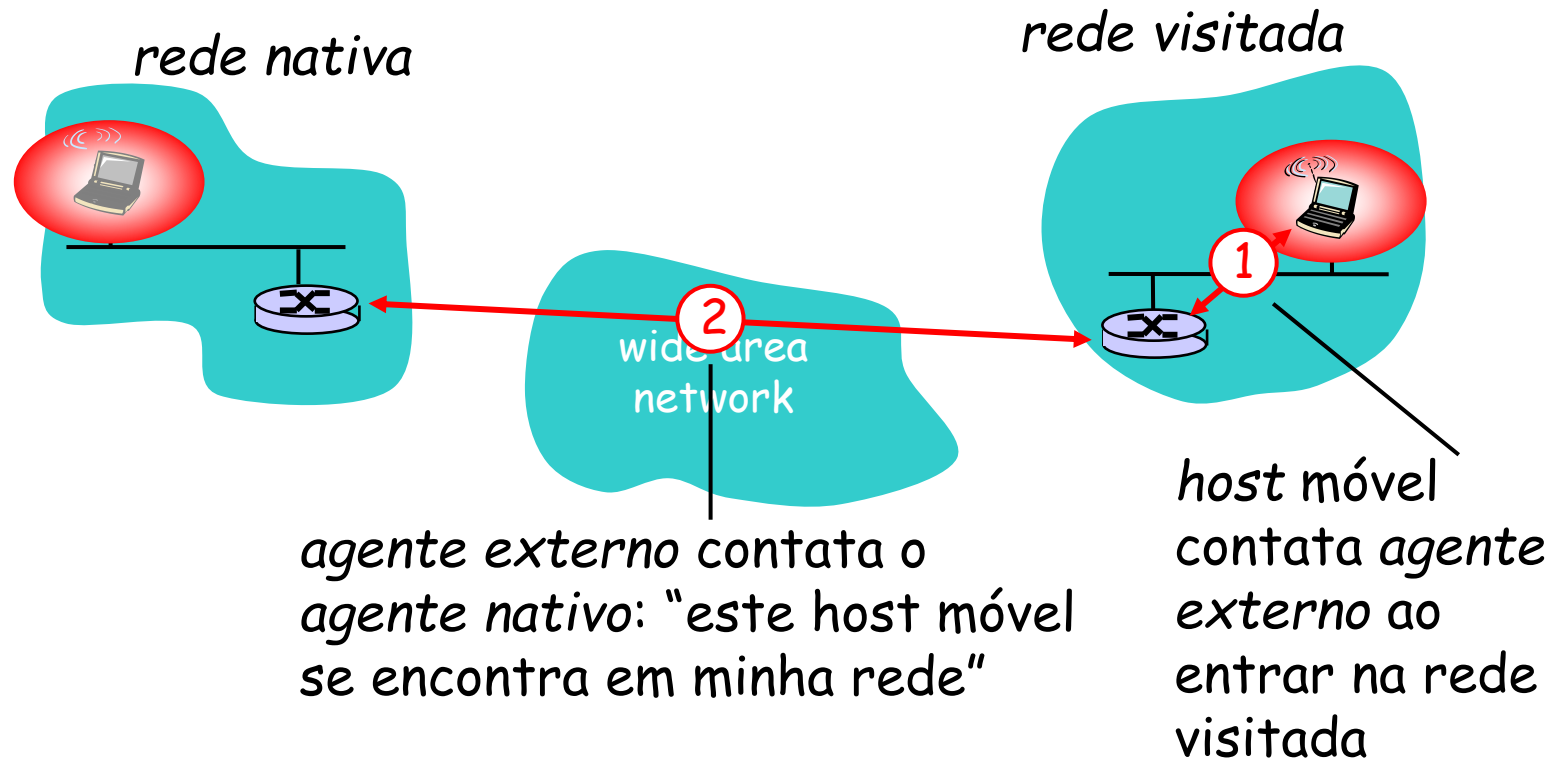
- ❑ **Deixar a cargo do roteamento:** roteadores anunciam endereço permanente do *host* móvel via troca de tabelas de roteamento
  - ✓ tabelas de roteamento indicam onde o *host* móvel se encontra atualmente
  - ✓ não requer mudanças nos sistemas finais

# Mobilidade: Abordagens

- ❑ Deixar a cargo do roteamento: roteadores anunciam endereços de destino do host móvel da forma usual
  - ✓ tabelas de roteamento não escalável para bilhões de hosts móveis onde o host móvel se encontra atualmente
  - ✓ não requer mudanças nos sistemas finais
- ❑ Deixar a cargo dos sistemas finais:
  - ✓ **roteamento indireto**: comunicação de um correspondente para um host móvel passa **através do agente nativo**, que então encaminha para o agente externo (roteador de borda da rede visitada)
  - ✓ **roteamento direto**: correspondente obtém o endereço estrangeiro do host móvel e envia datagramas diretamente ao agente externo



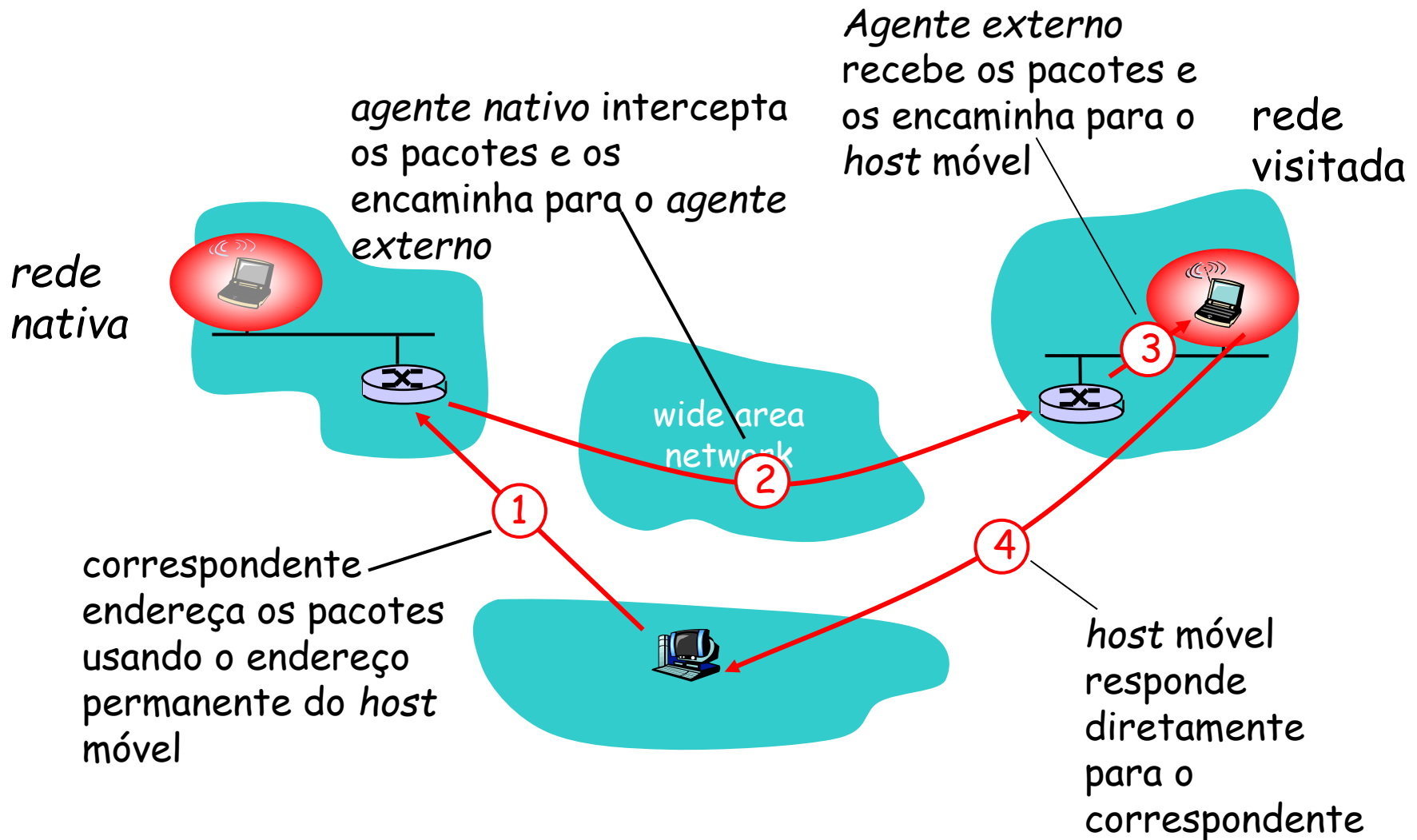
# Mobilidade: Registro



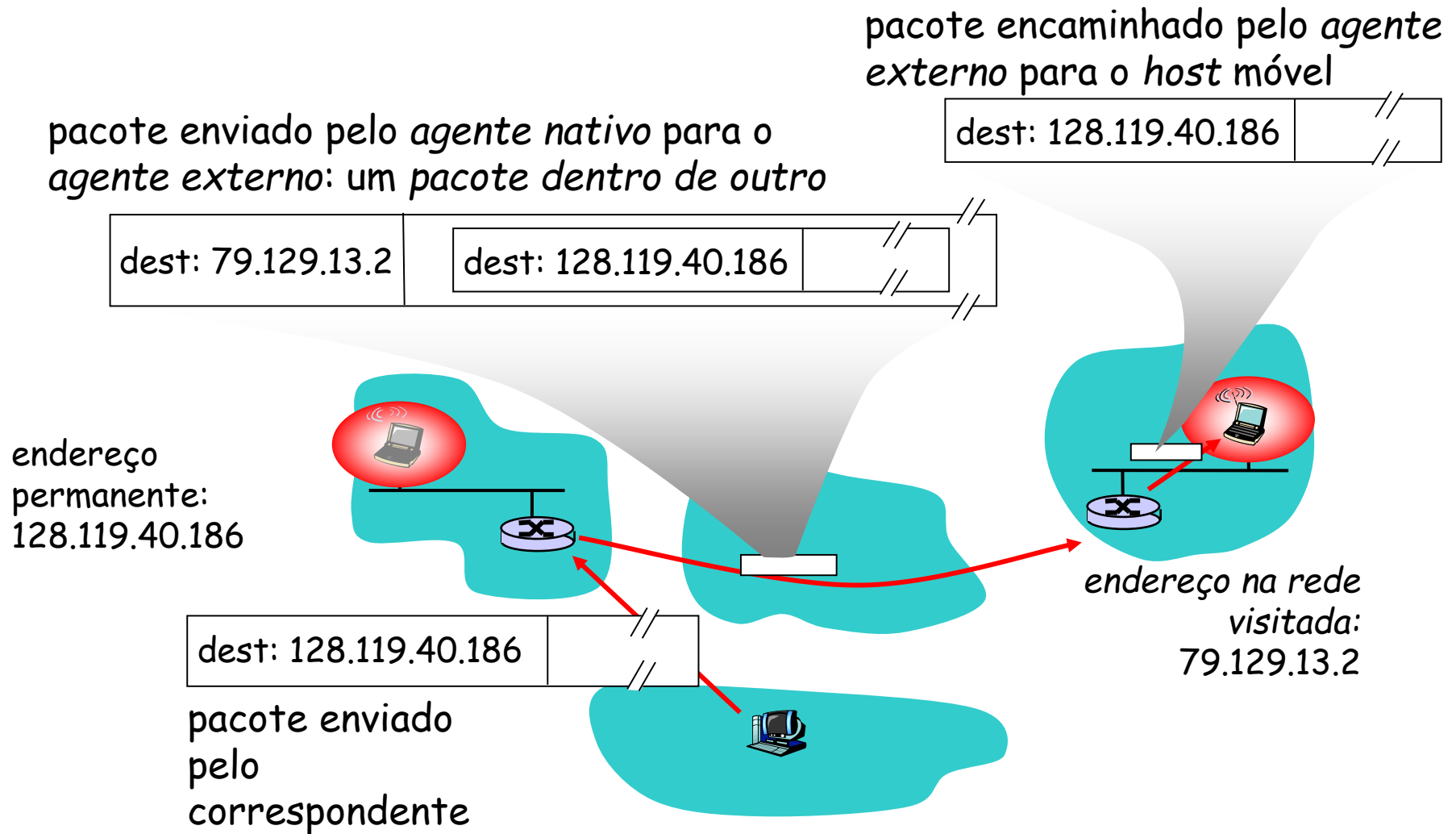
Resultado final:

- ❑ agente externo fica sabendo a respeito do host móvel
- ❑ agente nativo sabe a localização do host móvel

# Mobilidade via Roteamento Indireto

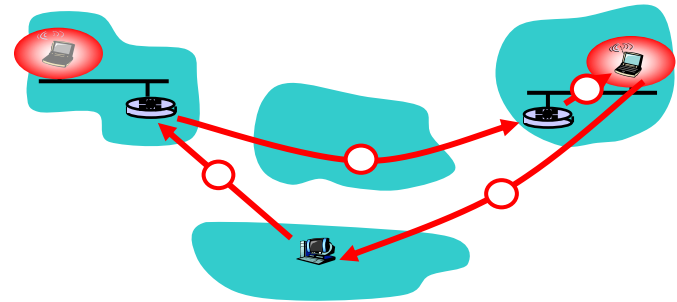


# Encaminhamento de datagramas para um host móvel remoto



# Roteamento Indireto: comentários

- ❑ *Hosts* móveis possuem dois endereços:
  - ✓ **endereço permanente:** usado pelos correspondentes (para os quais a localização móvel é transparente)
  - ✓ **endereço na rede visitada:** usado pelo *agente nativo* para encaminhar pacotes para o *host* móvel através do *agente externo*
  
- ❑ Desvantagem:  
roteamento triangular
  - ✓ ineficiente quando o correspondente e *host* móvel estão na mesma rede



# Roteamento triangular: comentários

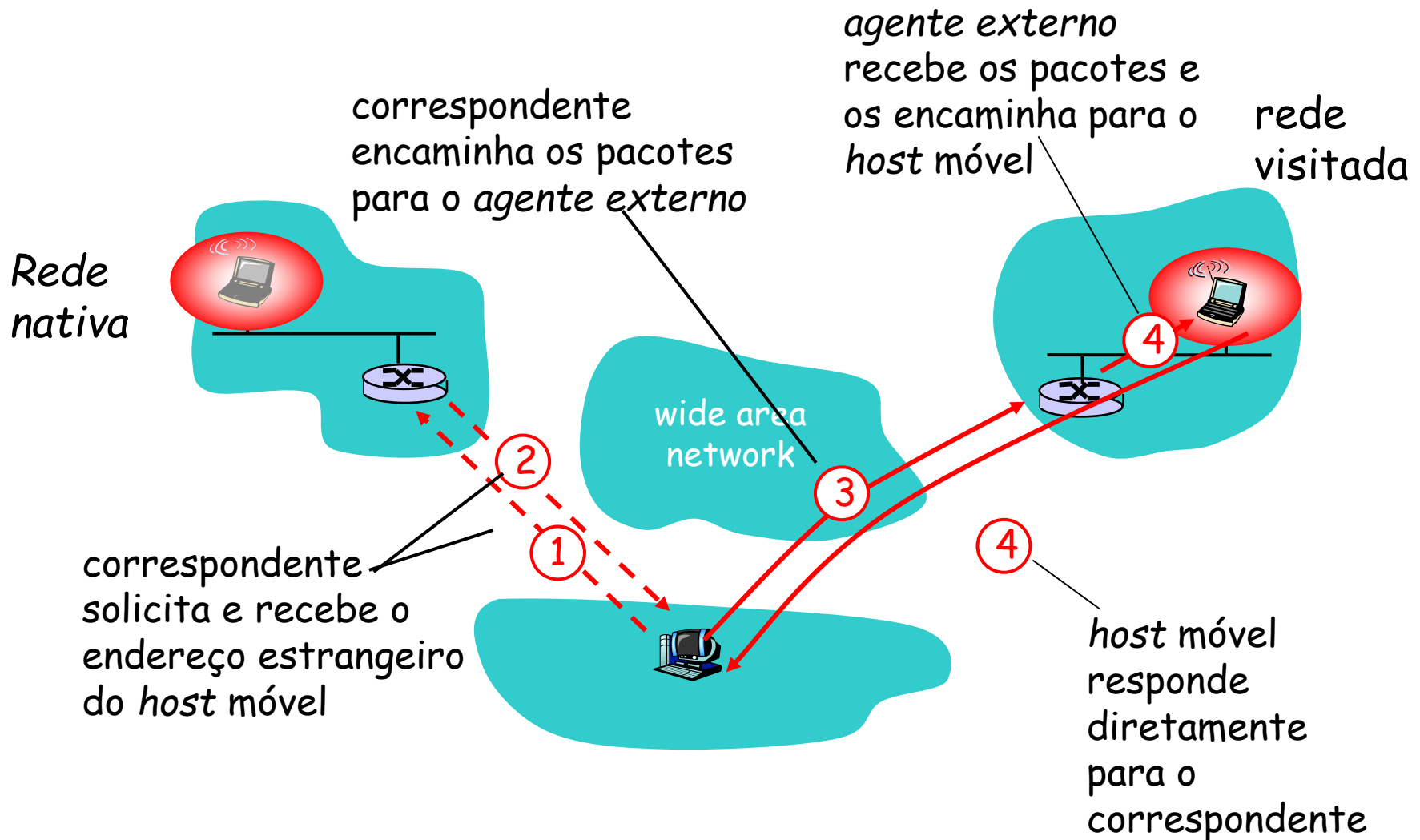
## Roteamento triangular

- ✓ desempenho muito baixo do protocolo de roteamento IP Móvel quando o nó correspondente está topologicamente próximo ao nó móvel e este por sua vez está topologicamente longe da rede local
- ✓ latência alta entre o agente nativo e os agentes externos faz com que cada mudança de ponto acesso do nó móvel produza perda significativa de pacotes

# Roteamento indireto: movendo-se entre redes visitadas

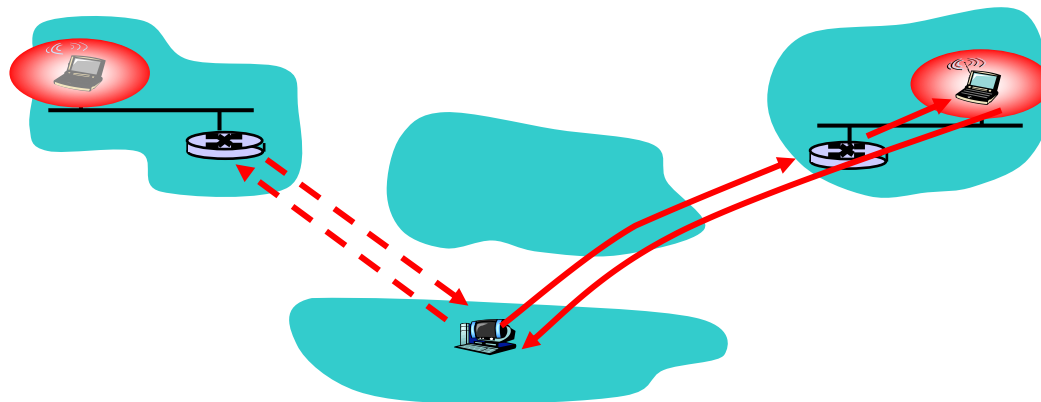
- ❑ Suponha que um usuário móvel se mova de uma rede visitada para outra
  - ✓ *host móvel se registra com o novo agente externo*
  - ✓ *novo agente externo se registra com o agente nativo*
  - ✓ *agente nativo atualiza o novo endereço p/ host móvel*
  - ✓ *pacotes continuam a ser encaminhados para o usuário móvel via o agente nativo (mas com novo endereço na rede visitada)*
  
- ❑ Mudança de *redes visitadas* é transparente:  
*conexões ativas podem ser mantidas!*
  - ✓ *obs: o antigo agente externo não precisa avisar ao agente nativo que o usuário móvel saiu da sua rede (cancelar o registro), pois o novo agente externo fará esta função*

# Mobilidade via Roteamento Direto



# Mobilidade via Roteamento Direto: comentários

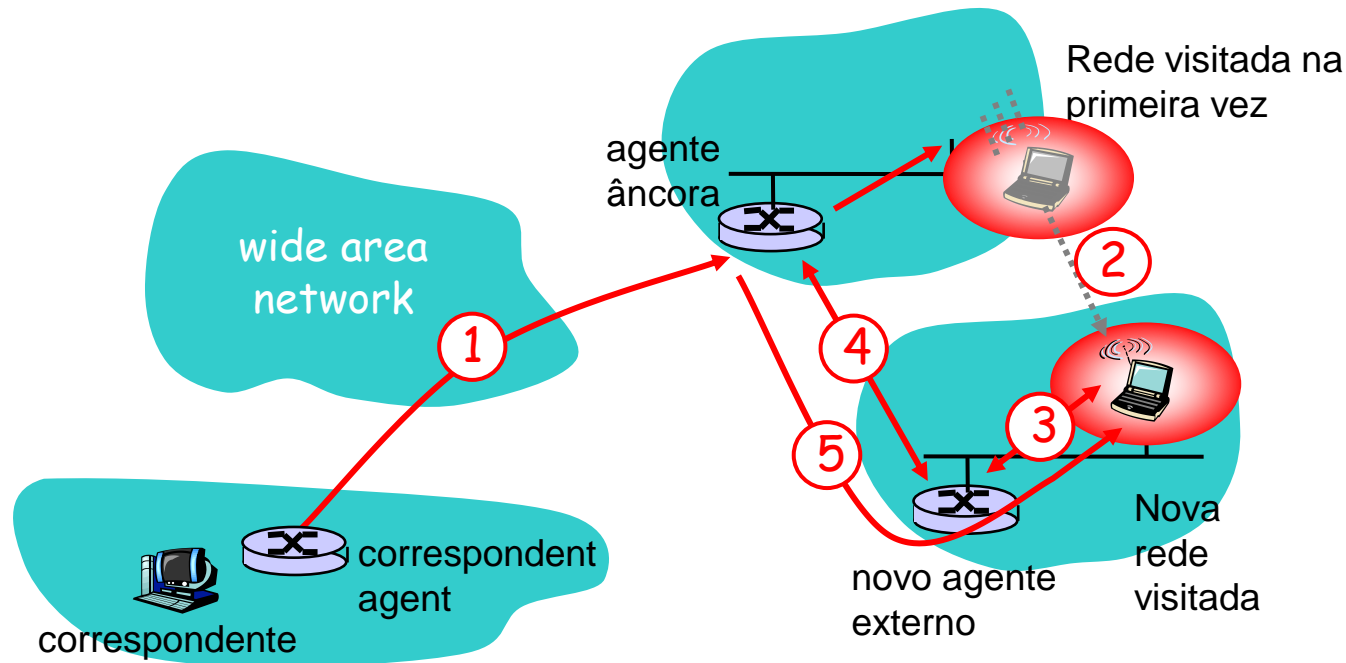
- ❑ Contorna o problema do roteamento triangular
- ❑ Mas não é transparente para os correspondentes, que devem consultar o agente nativo para obter o *novo endereço na rede visitada*
  - ✓ O que acontece se o host móvel se mudar para outra rede?





# Mobilidade com roteamento direto

- ❑ *agente externo âncora*: agente externo da primeira rede visitada
- ❑ dados sempre serão roteados para o *agente externo âncora*
- ❑ qdo o usuário se move novamente: novo agente externo fornece ao âncora o novo endereço (da nova rede) para onde os novos dados devem ser enviados (via âncora)



# Mobilidade - IP Móvel (RFC 5944)

## Definição:

“O IP Móvel é um protocolo de roteamento que modifica o IP padrão de forma a permitir que *hosts* continuem a transmitir e receber datagramas independentemente do ponto de conexão que eles estejam utilizando para acessar a Internet (rede TCP/IP)”

# Mobilidade - IP Móvel

## Características:

- ❑ muitas das características vistas acima
  - ✓ *agentes nativos, agentes externos, registro com o agente externo, **care-of-address**, encapsulamento de pacotes*
  - ✓ algumas mensagens de controle adicionais
  - ⇒ permite aos nós envolvidos gerenciar suas tabelas de roteamento de forma apropriada e confiável

# Mobilidade - IP Móvel

## Características:

### ❑ três principais componentes no padrão:

#### ✓ descoberta de agente:

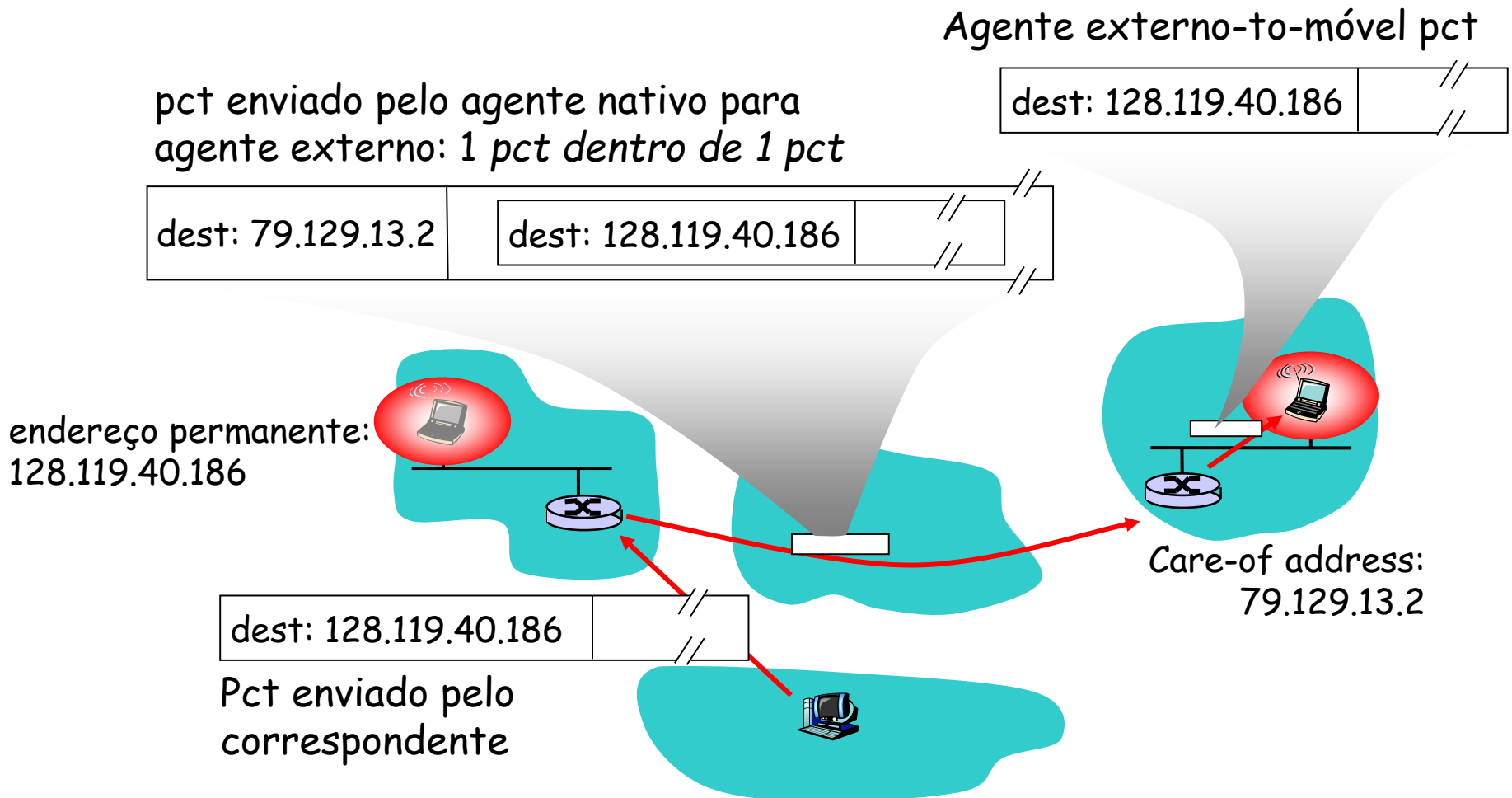
definição dos protocolos que os *agentes nativos ou externos* usam para oferecer seus serviços aos nós móveis e protocolos que estes nós móveis usam para solicitar serviços aos agentes

#### ✓ registro com o agente nativo:

definição dos protocolos usados pelos agentes externos para anular os registros de COA do dispositivo móvel

#### ✓ roteamento indireto de datagramas

# IP Móvel: roteamento indireto



# IP Móvel: descoberta de agente

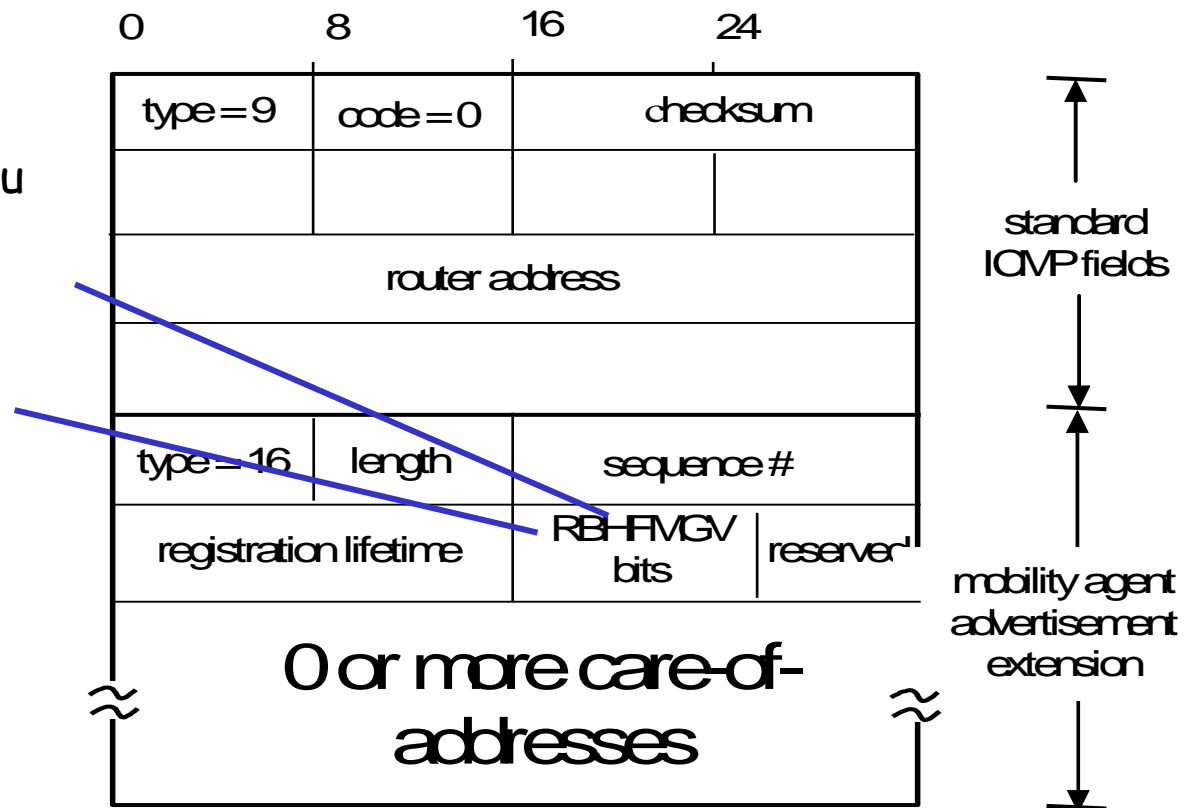
*Necessária para que o nó móvel aprenda a identidade do agente externo (ou do agente nativo). Duas formas:*

**Anúncio de agente:** agente externo anuncia seus serviços através de broadcast de mensagens ICMP (campo tipo = 9)

Bits H,F: home e/ou foreign agent

Bit R: registro é necessário (não é possível usar o DHCP sem o registro)

0 ou mais COAs:  
Usuário móvel escolhe um ao se registrar

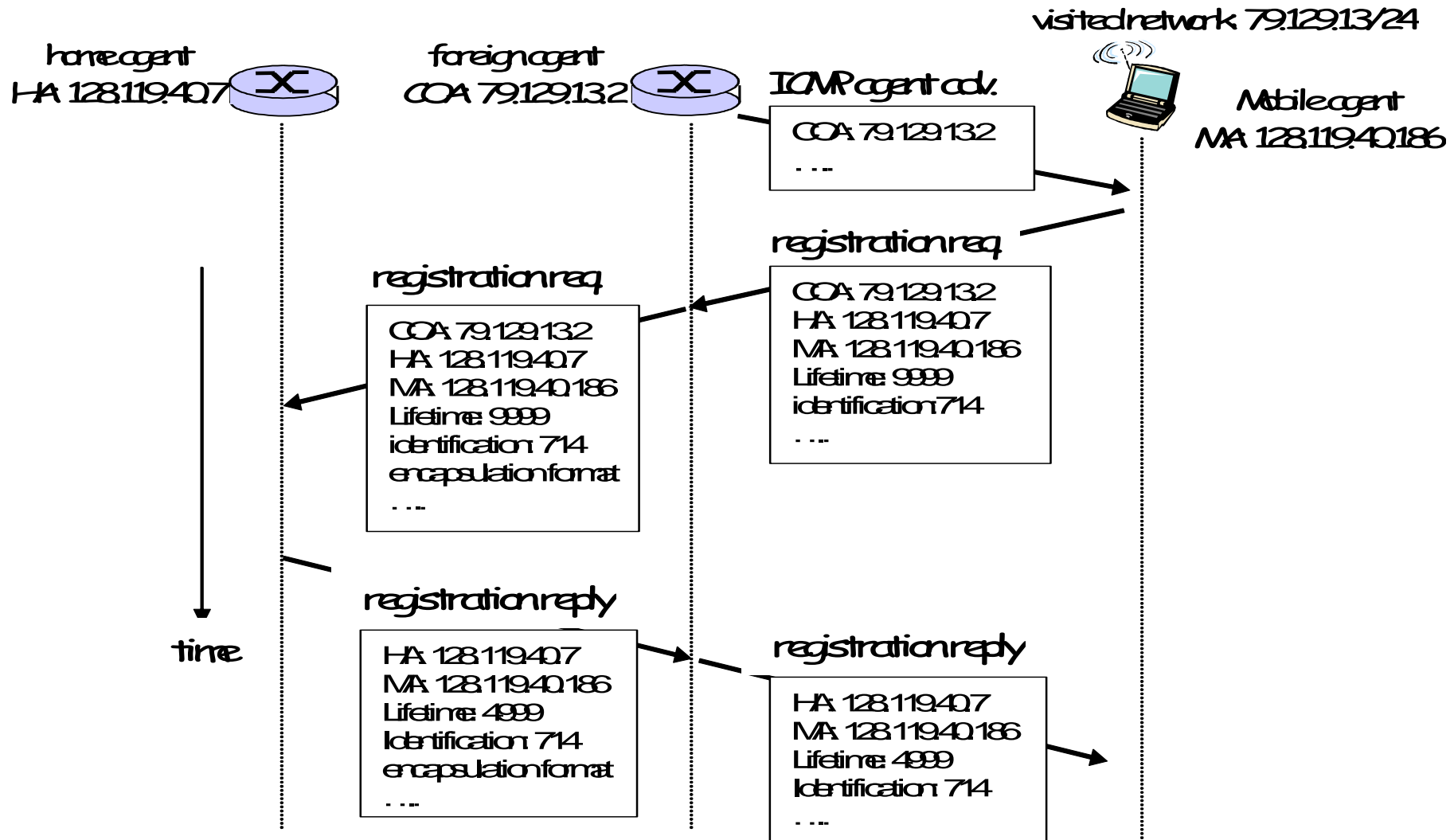


# IP Móvel: descoberta de agente

## Solicitação de agente:

- ❑ nós móveis que não querem esperar por mensagens de *broadcast* **solicitam serviços ao agente externo**. Isto é realizado fazendo um *broadcast* de uma mensagem ICMP com o campo *tipo* = 10
- ❑ Quando o agente recebe a mensagem ICMP, ele envia (unicast) uma mensagem de anúncio (igual à vista anteriormente) para o nó móvel que, por sua vez, irá proceder da mesma forma como no caso anterior, onde ele recebe uma mensagem de anúncio.

# IP Móvel: registro com o agente nativo





# IP Móvel: registro com agente nativo

Outros detalhes:

- ✓ Agente nativo recebe a solicitação de registro e associa o endereço IP permanente do nó móvel ao COA (endereço IP do agente externo)
- ✓ Agente externo irá procurar por datagramas encapsulados cujo endereço de destino combine com o endereço permanente (*home address*) do dispositivo móvel

# Mobilidade - IP Móvel

## Outras Características:

- ✓ Mensagens são encaminhadas por datagramas UDP na porta 434;
- ✓ TTL - n° de segundos de validade do registro
- ✓ Trata o problema de mover entre redes diferentes e não dentro de uma rede (este problema é da camada de enlace)
- ✓ Em redes IP, o problema de suporte à mobilidade pode ser "traduzido" de forma natural em um problema de roteamento, permitindo a criação de um protocolo simples e de fácil implementação

# Impacto das redes sem fio e da mobilidade nos protocolos das camadas superiores

- ❑ O impacto na operação é mínimo:
  - ✓ modelo de serviço de melhor esforço permanece o mesmo
  - ✓ TCP e UDP podem (e rodam) sobre protocolos para redes sem fio e com mobilidade
- ❑ Principais impactos estão no **desempenho do TCP**:
  - ✓ Atraso/perda de pacotes devido a erros de bit, congestionamento ou *handoff*
  - ✓ TCP interpreta perda como congestionamento e decrementa a sua taxa desnecessariamente (no caso de ser uma perda por erros de bits ou *handoff*)
  - ✓ 2 soluções possíveis: recuperação local (no receptor, camada de enlace) ou transmissor e receptor cientes do enlace sem fio distinguem motivo da perda
- ❑ Principais impactos na camada de aplicação:
  - ✓ Prejuízos para tráfego de tempo real, causado por atrasos maiores
  - ✓ Largura de banda limitada dos enlaces sem fio prejudica qualidade das aplicações (por ex.: imagens de pior qualidade)