

# Micro-Mobilidade IP

As soluções CIP, HAWAII,  
TIMIP, hMIP

FEUP, 11 Abril 2003  
Pedro Vale Estrela  
pedro.estrela@inesc.pt

1

## Sumário

- Introdução à micro-mobilidade IP
  - ↗ IP clássico
  - ↗ MIP clássico
  - ↗ Micro-Mobilidade
- Protocolos de micro-mobilidade IP
  - ↗ CIP
  - ↗ HAWAII
  - ↗ TIMIP
  - ↗ hMIP + Fast Handovers

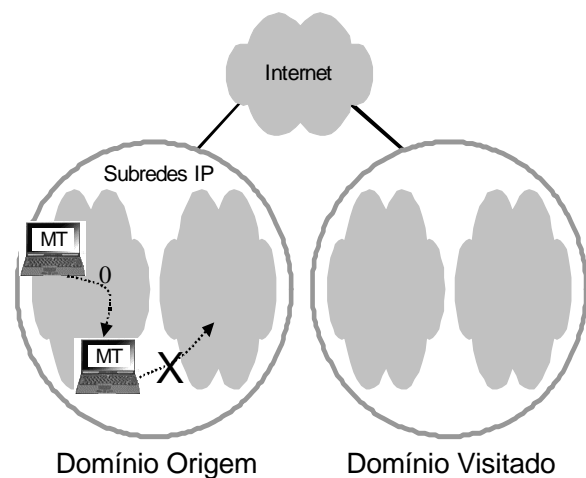
1

## Introdução à Micro-Mobilidade IP

1

## IP clássico

- A Internet é dividida em domínios, redes e subredes
- O encaminhamento IP clássico só permite a movimentação dos terminais no interior das suas subredes IP de origem
  - Movimentos do tipo 0 – dentro da subrede IP de origem



1

## ■ MIP – Mobile IP

↗ Definido pelo IETF como o mecanismo standard de mobilidade em IP, para todos os tipos de movimentação IP:

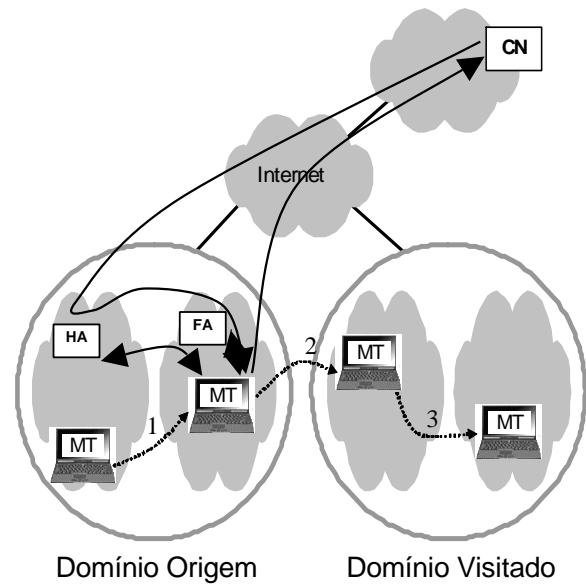
- ⇒ 1 – Dentro do domínio de origem
- ⇒ 2 – Entre domínios
- ⇒ 3 – Dentro de domínios visitados

↗ Arquitectura

- ⇒ Rede: introdução de agentes de mobilidade nas redes origem (HA) e visitadas (FA)
- ⇒ Terminais Móveis: clientes MIP

↗ Processo dividido em 3 fases:

- ⇒ 1 – Detecção
- ⇒ 2 – Registo
- ⇒ 3 – Execução



## ■ MIP - caracterização

↗ Desempenho da mobilidade - Lento

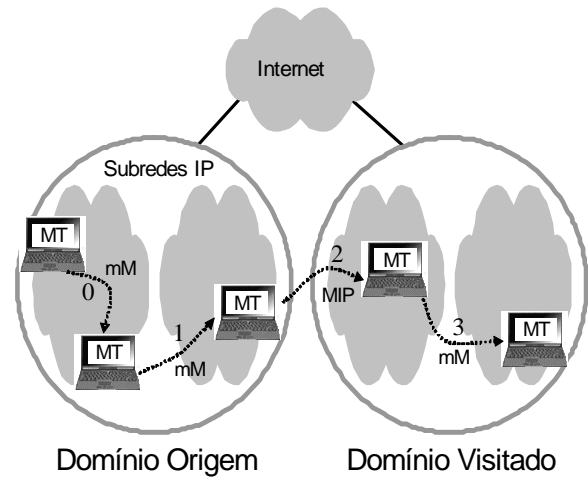
- Fase de Detecção: só utiliza métodos independentes das tecnologias
- Fase de Registo: transição envolve sempre o HA
- Fase de Execução: fenómenos de triangulação e de encapsulamento

↗ Aplicabilidade da MM

- ⇒ Aceitável para mudanças que não implicam transições rápidas ( $\cong$  seg)
  - Entre domínios administrativos diferentes (movimentos tipo 2)
  - Locais fisicamente distantes
  - Mudança de tecnologia de acesso
- ⇒ Inaceitável para mudanças que implicam transições rápidas ( $\cong$  msec)
  - Entre redes do mesmo domínios administrativos (movimentos tipo 1 e 3)
  - Locais fisicamente próximos
  - Entre pontos de acesso numa WLAN

# Fundamentos da Micro-mobilidade

- Os protocolos de micro-mobilidade (mM) oferecem mecanismos eficientes de mobilidade não-global
  - ⇒ Transições mais rápidas
  - ⇒ Maior eficiência
  - ⇒ Limitados a domínios IP inteiros
  - ⇒ Podem substituir mobilidade nível 2, com vantagens de uma solução “all-IP”
- Para suportar a Mobilidade Global, a mM é integrada com o MIP:
  - **Protocolos de mM** oferecem suporte de mobilidade para a maioria das transições que *implicam rapidez*
    - Movimentos dos tipos 1 e 3
    - *Adicionalmente*, tipo 0
  - **MIP** oferece suporte de mobilidade para as restantes transições (raras) que saem *fora do âmbito da mM*
    - Movimentos do tipo 2



## 2 - Soluções de Micro-mobilidade

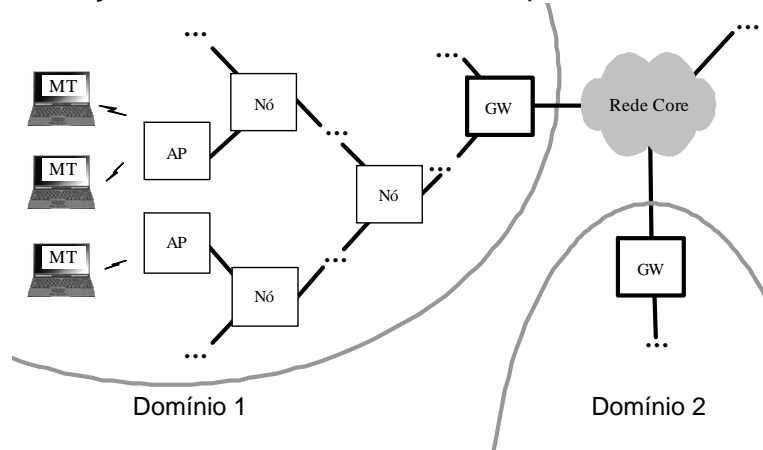
# Soluções de Micro-Mobilidade IP

## ↗ Estrutura do Domínio hierárquica:

- ⇒ Gateway (GW)
- ⇒ Nós Intermédios;
- ⇒ Pontos de Acesso (APs)
- ⇒ Terminais móveis (MTs)

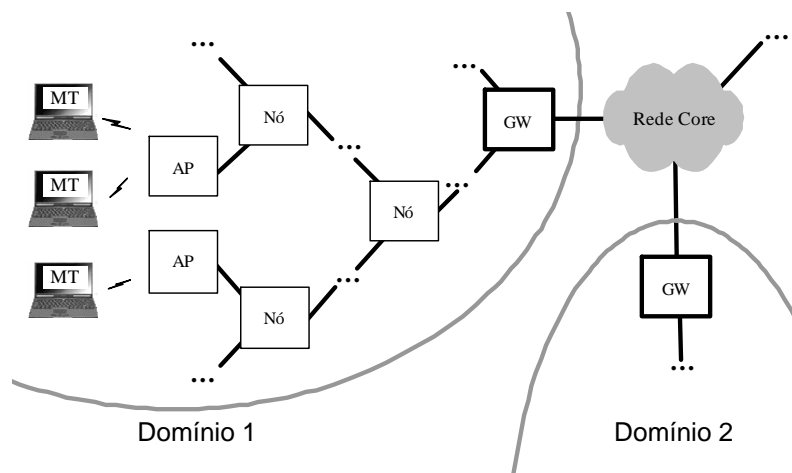
## ↗ Desempenho da mobilidade - Rápido

- Fase de Detecção: possibilidade de utilização de métodos dependentes da tecnologia
- Fase de Registo: Apenas nós do domínio envolvidos (HA não notificado)
- Fase de Execução: encaminhamento sem encapsulamento nem triangulação



## ↗ Outros Conceitos

- ⇒ Power-Up – Chegada inicial a um Domínio
- ⇒ Handover – Movimentações subsequentes no Domínio
- ⇒ Paging – Mecanismo associado à de poupança de energia, em que as movimentações não exigem sinalização
- ⇒ Manutenção do estado – Processo de manutenção das entradas de encaminhamento soft-state
- ⇒ Garantia de entrega de sinalização – Protecção contra perda de sinalização



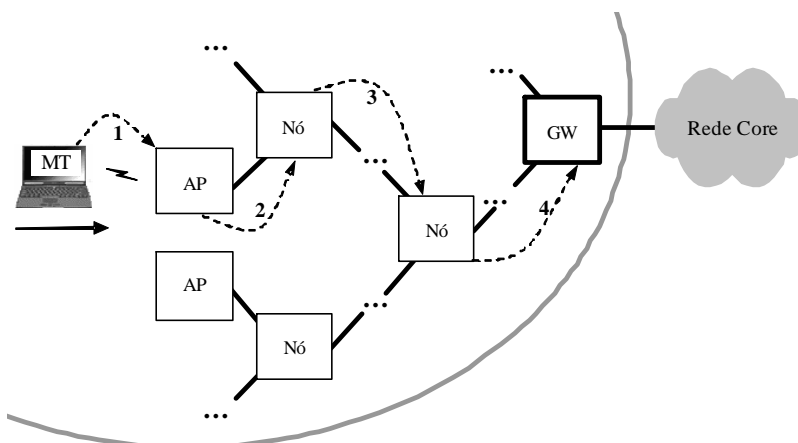
## ■ CIP – Cellular IP

- Solução de micro-mobilidade *complementar* para o MIP
  - ⇒ Processos Independentes do MIP
- Arquitectura
  - ⇒ Rede: Domínios estruturados em árvore de nós
  - ⇒ Terminais Móveis: Clientes correm CIP + MIP
- Características
  - ⇒ Garantia de Entrega: sem ACK, por retransmissão (soft-state)
  - ⇒ Detecção da localização actual e tipo de movimento por: beacons CIP genéricos N3
  - ⇒ Paging: suportado nativamente

1

## ■ Power-Up *independente* dos mecanismos MIP:

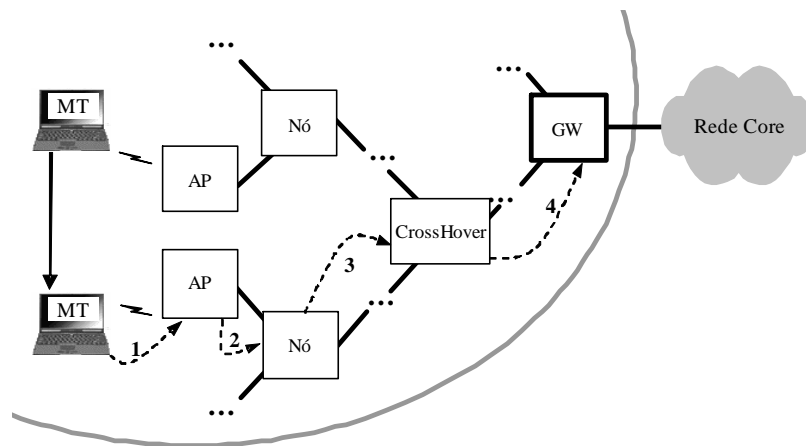
- Passo 1
  - ⇒ Detecção do movimento pelo terminal
  - ⇒ Geração da mensagem de Update no terminal
- Passos 2, 3, 4
  - ⇒ Alteração da tabela de encaminhamento com informação referente à localização actual do terminal
  - ⇒ Entrega da mensagem para nó ascendente (até à GW)



1

## ■ Handover *independente* dos mecanismos MIP:

- ↗ Passos 1, 2 – Semelhante ao PowerUp
- ↗ Passo 3 – Recepção do registo pelo nó crossover é suficiente para a entrega correcta de pacotes de dados na nova localização
- ↗ Passo 4 – Refrescamento das entradas de encaminhamento anteriores



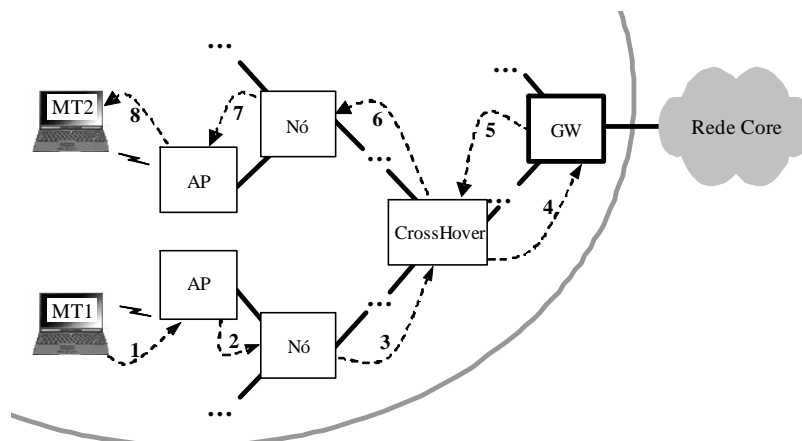
1

## ■ Encaminhamento:

- ↗ Transferencia de Dados: MT1 -> MT2
  - ⇒ Passo 1 – Entrega do pacote ao AP do terminal
  - ⇒ Passos 2, 3, 4 – Routing Uplink – Entregue *sempre* ao nó antecessor, até à GW
  - ⇒ Passos 5, 6, 7 – Routing Downlink – Encaminhamento descendente nó-a-nó, utilizando as entradas de encaminhamento geradas pela fase de registo
  - ⇒ Passo 8 – Entrega do pacote ao terminal destino, pelo seu AP actual

## ■ Características

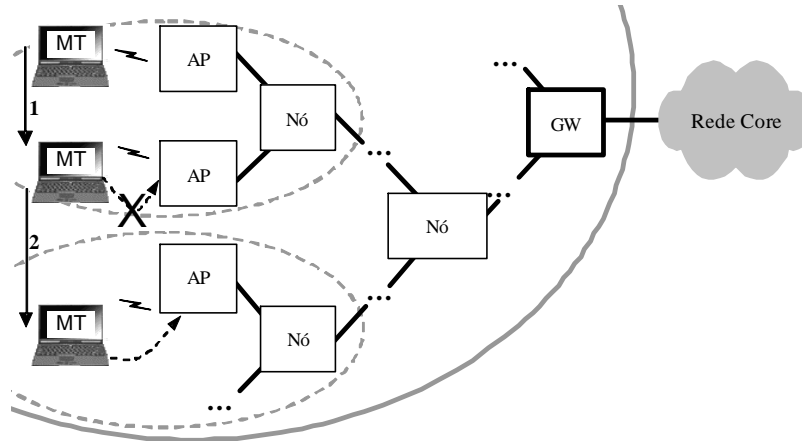
- ↗ Ineficiência para o encaminhamento do tráfego interno ao Domínio
- ↗ Manutenção do estado otimizada pela utilização da transferência de dados



1

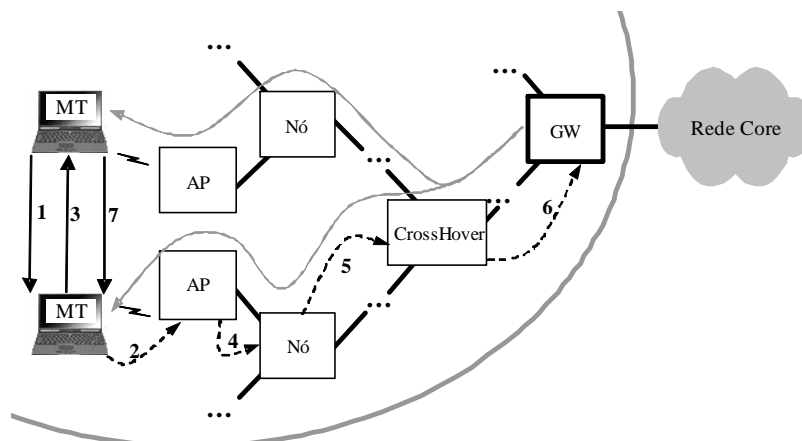
## ■ Paging

- ↗ Distinção dos terminais:
  - ⇒ Activos – estão a transmitir normalmente
  - ⇒ Inactivos – em poupança de energia, não transmitem, só recebem os beacons CIP
- ↗ Domínio dividido em áreas de paging com identificadores
- ↗ Movimentos possíveis para terminais inactivos:
  - ⇒ Dentro da área paging actual: não informar a rede da sua localização (movimento 1)
  - ⇒ Entre áreas de paging: activação forçada, actualização da localização (movimento 2)
- ↗ Entrega de pacotes pela rede a terminal inactivo
  - ⇒ Difusão do pacote em toda a área de paging, forçando à activação



1

- Semi-soft Handoff: Paralelizar o processo de registo com a recepção de pacotes na localização anterior
  - ↗ Passo 1 – Mudança para a frequência do novo AP
  - ↗ Passo 2 – Início do Handover Semi-soft
  - ↗ Passo 3 – Retorno à frequência do AP anterior
  - ↗ Passos 4, 5, 6
    - ⇒ Processamento do registo na rede
    - ⇒ O nó crossover envia pacotes para ambos os APs (*bicasting*)
  - ↗ Passo 7 – Mudança final para o novo AP, com o registo completo



1

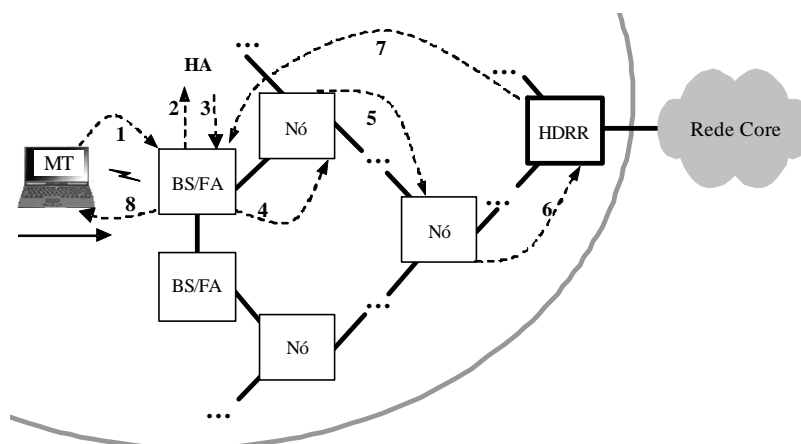


## ■ HAWAII – Handoff Aware Wireless Access Internet Infrastructure

- Solução de micro-mobilidade *transparente* para o MIP:
  - ⇒ Suporta Clientes MIP (*com extensões*)
  - ⇒ APs do Domínio fazem conversão MIP -> HAWAII
- Arquitectura
  - ⇒ Rede: Domínios estruturados em árvore de nós, com opção de meshes e uplinks adicionais
  - ⇒ Terminais Móveis: Clientes correm MIP clássico + extensões
- Características
  - ⇒ Garantia de Entrega: ACK Global no interior do domínio
  - ⇒ Detecção da localização actual e tipo de movimento por: beacons MIP + Network Access Identifier (NAI)
  - ⇒ Dois tipos de registo: Forwarding, Non-Forwarding
  - ⇒ Paging: Suportado como extensão
  - ⇒ Permite utilização de links adicionais para além da árvore base
    - Reduz tempo de handover
    - Pode conduzir a encaminhamento não-óptimo dependendo da topologia e do ponto inicial de entrada dos terminais na rede

1

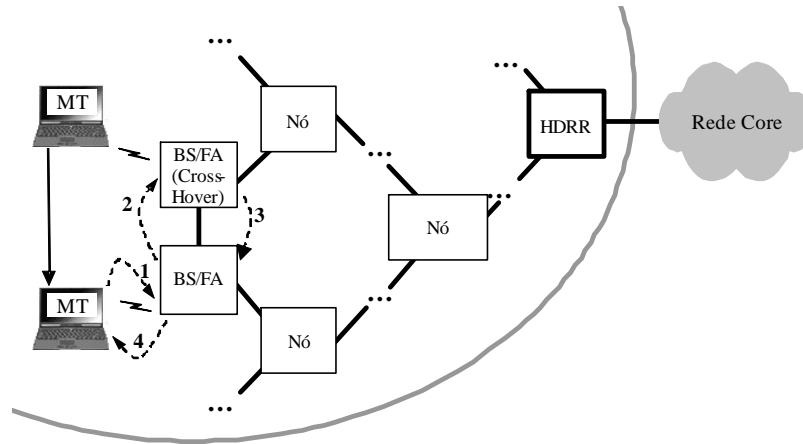
- Power-Up *dependente e derivado* dos mecanismos MIP
  - Passo 1 – Acções MIP clássicas
    - ⇒ Cliente detecta FA
    - ⇒ Entrega registo ao HA
  - Passo 2 – BS/FA encaminha registo para HA
  - Passo 3 – HA responde OK, BS/FA deriva sinalização HAWAII
  - Passos 4, 5, 6
    - ⇒ Alteração da tabela de encaminhamento com informação referente à localização actual do terminal
    - ⇒ Entrega da mensagem para nó ascendente (até ao HDRR)
  - Passo 7 – HDRR confirma power-up ao BS/FA do cliente
  - Passo 8 – BS/FA gera resposta MIP ao cliente



1

# HAWAII – Forwarding Handover

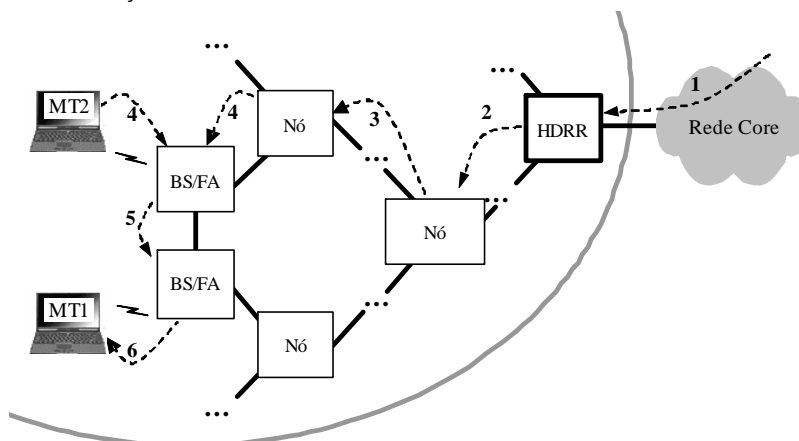
- Handover *derivado* dos mecanismos MIP, de utilização incremental
  - ↗ Passo 1 – Cliente gera registo MIP com extensão do FA anterior
  - ↗ Passo 2 – Nova BS deriva sinalização HAWAII, entrega ao FA anterior
  - ↗ Passos 3, 4, 5, 6 – Cada nó, desde a BS anterior:
    - ⇒ Altera tabela encaminhamento com informação da nova localização do Terminal (BS actual)
    - ⇒ Entrega registo ao próximo nó (até à nova BS)
  - ↗ Passo 7 – BS gera resposta MIP ao cliente



1

# HAWAII - Encaminhamento

- Encaminhamento:
  - ↗ Transferencia de Dados destinada a MT1, de fora da rede (inter-domain)
    - ⇒ Passo 1 – Entrega do pacote ao HDRR (pelo HA ou CN)
    - ⇒ Passos 2, 3, 4, 5 – Routing Downlink – Encaminhamento descendente nó-a-nó, utilizando as entradas de encaminhamento
    - ⇒ Passo 6 – Entrega do pacote ao terminal destino, pela sua BS/FA actual
  - ↗ Transferencia de Dados destinada a MT1, de dentro da rede (intra-domain)
    - ⇒ Passo 4 – Entrega do pacote ao BS/FA pelo emissor MT2
    - ⇒ Passo 5 – Pacote segue caminho curto usando mesh entre as BSs
    - ⇒ Passo 6 – Entrega do pacote ao terminal destino, pela sua BS/FA actual
- Características
  - ↗ Tráfego intra-domain segue sempre pelo caminho mais curto na mesh;
  - ↗ Tráfego inter-domain pode ser não optimo
  - ↗ Independente da manutenção do estado



1

## ■ TIMIP – Terminal Independent Mobility for IP

### ➤ Objectivos:

- ⇒ Suporte de mobilidade para *qualquer* terminal IP
  - Detecção das movimentações por parte da *rede*, em nome do terminal
  - Geração da sinalização necessária por parte da *rede*, em nome do terminal
- ⇒ Eficiência
  - Características semelhantes às melhores das propostas anteriores (nível 3)
  - Utilização de mecanismos derivados de informação do nível 2

### ➤ Arquitectura

- ⇒ Rede: Domínios estruturados em *árvore* de nós
- ⇒ Terminais Móveis: Clientes inalterados

### ➤ Características

- ⇒ Garantia de Entrega: Nó-a-nó + Timeout
- ⇒ Detecção da localização actual e tipo de movimento:
  - Mecanismos N2
  - Mecanismos genéricos N3
- ⇒ É complementado pela extensão de Macro-Mobilidade Surrogate MIP (sMIP) para movimentação entre domínios dos terminais legados

## ■ Power-Up *independente* dos mecanismos MIP:

### ➤ Passo 1 – AP:

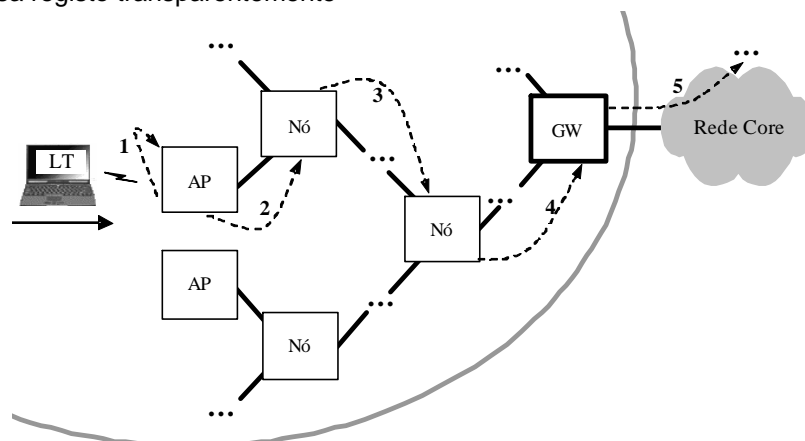
- ⇒ Detecção do movimento pelo AP do terminal (derivada de nível 2, ou genérica de nível 3)
- ⇒ Geração da mensagem de Update pelo AP do terminal em nome deste

### ➤ Passos 2, 3, 4 – Para cada nó:

- ⇒ Alteração da tabela de encaminhamento com informação referente ao próximo nó do terminal
- ⇒ Entrega da mensagem para nó ascendente (até à GW)
- ⇒ Update confirmado nó-a-nó

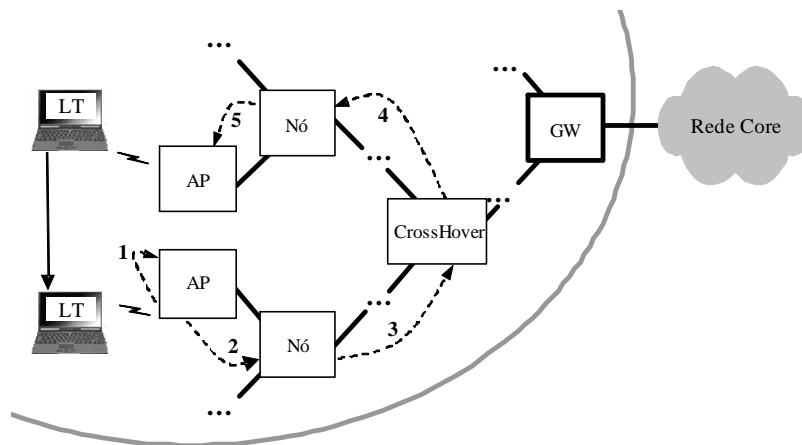
## ■ Handover sMIP: *derivado* do PowerUp TIMIP

- GW/sFA gera sinalização MIP destinada ao HA em nome do LT (passo 5)
- HA processa registo transparentemente



## ■ Handover *independente* dos mecanismos MIP

- Passos 1, 2, 3 – Semelhantes ao Power-Up TIMIP
- Passos 4, 5 – Para cada nó, desde o Crossshover até ao AP anterior
  - ⇒ Remoção da entrada de encaminhamento referente ao terminal
  - ⇒ Entrega da mensagem para nó anterior em direcção ao AP anterior
  - ⇒ Update confirmado nó-a-nó



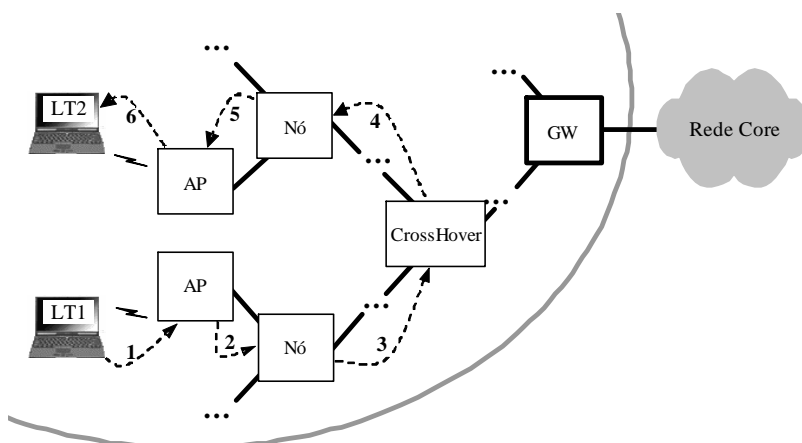
1

## ■ Encaminhamento:

- Transferencia de Dados: LT1 -> LT2
  - ⇒ Passo 1 – Entrega do pacote ao AP do terminal (configuração especial do terminal)
  - ⇒ Passos 2, 3 – Routing Uplink – Entregue por omissão ao nó antecessor, enquanto não existirem entradas específicas (até ao crosshvoer)
  - ⇒ Passos 4, 5 – Routing Downlink – Encaminhamento descendente nó-a-nó, utilizando as entradas de encaminhamento mantidas consistentes pela fase de registo
  - ⇒ Passo 6 – Entrega do pacote ao terminal destino, pelo seu AP actual

## ■ Características

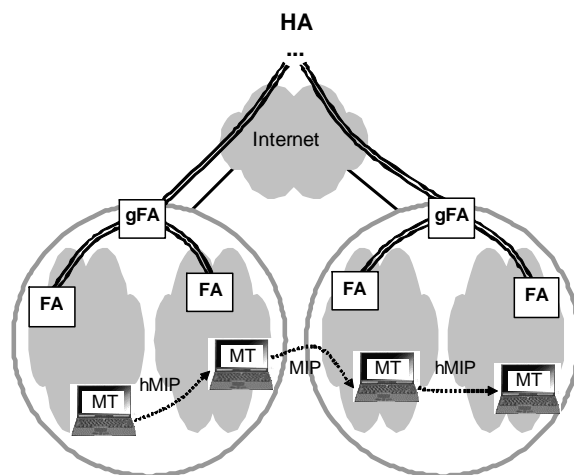
- Eficiente – pacotes seguem sempre pelo caminho mais curto na árvore (HAWAII)
- Manutenção do estado otimizada pela utilização da transferência de dados (CIP)



1

- Evolução recente do MIP relativamente à mM
  - MIP tem tido uma maturação lenta
  - Introdução de novas funcionalidades como extensões ao standard é mais fácil de ganhar consenso
  - Extensões com consenso total já ficam standard no MIPv6
  
- Low Latency Handovers:
  - Optimizações de detecção
    - ⇒ Utilização de mecanismos dependentes da tecnologia, com recurso a primitivas genéricas
      - PRE-Registration – Modelo preditivo, antes do handover acontecer (semelhante ao CIP Semi-Soft Handover)
      - POST-Registration – Modelo reactivo, imediatamente depois do Handover acontecer (semelhante ao TIMIP Handover)
  - Optimizações de Registo
    - ⇒ Redirecção temporária do tráfego desde o FA anterior para o novo FA (semelhante ao HAWAII Forwarding Handover)

- hMIP – Hierarchical Mobile IP
  - Suporte de “média-mobilidade” para o MIP, diminui latência do registo
    - ⇒ Utiliza Clientes MIP (com extensões)
    - ⇒ Registo MIP só sobe até ao gFA necessário, e não ao HA
  - Estrutura hierárquica de Agentes FA generalizados, tipicamente de apenas 2 níveis
  - Encapsulamento dos Dados exclusivamente por túneis -> suporta qualquer topologia
  - Não tão perto do terminal quanto as soluções de mM anteriores (i.e., sem movimentos tipo 0)



## ■ Referências

- ↗ MobileIP IETF WG: <http://www.ietf.org/html.charters/mobileip-charter.html>
- ↗ MIP: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3220.txt>
  
- ↗ CIP: <http://www.comet.columbia.edu/cellularip/pub/pcs2000.pdf>
- ↗ HAWAII: <http://www.ietf.org/proceedings/00jul/I-D/mobileip-hawaii-01.txt>
- ↗ TIMIP: <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-estrel-timip-01.txt>
  
- ↗ hMIP: <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mobileip-reg-tunnel-07.txt>
- ↗ Fast Handovers: <http://www1.ietf.org/proceedings/02mar/I-D/draft-ietf-mobileip-lowlatency-handoffs-v4-03.txt>

Questões ?

Obrigado