



# IPv6 – O Estado da Arte

**III LACNIC Open Policy Meeting  
México, 11 e 12 de novembro de 2002**

**Adailton Silva**

Diretor de Tecnologia  
adailton@icomnet.com.br

Consultor  
Rede Nacional de Pesquisa  
Programa Sociedade da Informação

# Agenda



- Motivação e Breve Histórico
- Formato e Tipos de Endereços
- Destaques
- Estratégias para Transição
- 6Bone IETF
- Iniciativas Brasileiras e Mundiais
- Internet de Nova Geração
- Cenário Mundial e Tendências

# Motivação para IPv6

- Rápido crescimento da Internet
- Escassez de endereços v4
- Explosão da tabela de rotas
- **Falta de segurança**
- **Falta de mobilidade**
- Sistemas Móveis IP
- Necessidade de redes de alto desempenho
- Vários anos de experiência em TCP/IP
- **Novas aplicações multimídia (QoS)**
- Entretenimento em redes: TVs, Games, etc.
- Soluções mais escaláveis
- Residências inteligentes
- Tudo sobre IP, sempre conectado

- 1992 – **IPv9** ou **TUBA** (TCP and UDP over Bigger Addresses): IAB com CLNP/ISO;
- **IPv7** ou **CATNIP** ou **TCP/IX** (mudanças no TCP e no IP, simultaneamente, e um novo protocolo de roteamento chamado RAP);
- **IPv8** ou **IP in IP**: modificado em 1993, passando a se chamar IPAE (IP Address Encapsulation);
- **IPAE**: adotado como estratégia de transição para o SIP.
- **SIP** (Simple IP): espaço de endereçamento cresce para 64 bits e muitos detalhes obsoletos do IP são removidos;
- **PIP** (Paul's IP): uma estratégia inovadora baseada em listas de diretivas de roteamento (permite política de roteamento eficiente e implementação de mobilidade);
- 1994 - **SIPP** (SIP Plus): fusão de SIP e do PIP;
- Julho de 1994 - **IPv6**: IPng sugere SIPP como base do novo IP, porém com algumas modificações, como por exemplo, o endereço que passa de 64 bits para 128 bits.

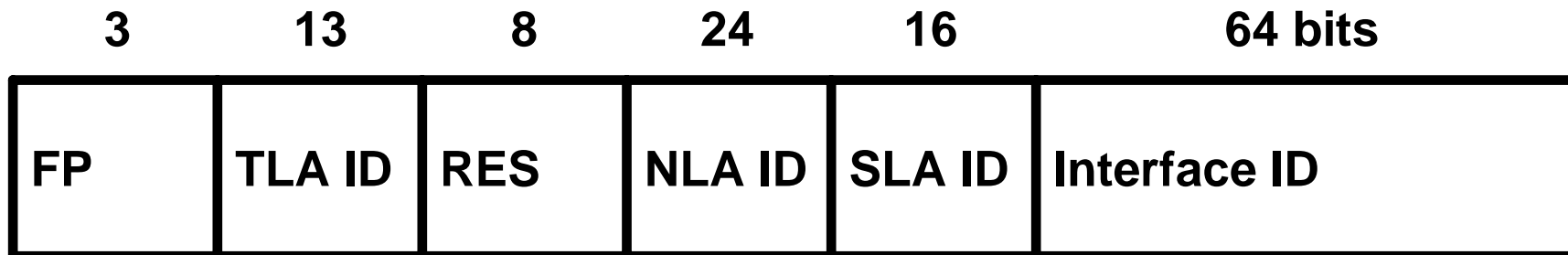
# Formato de Endereços



- O IPv6 é representado por 8 campos de endereços de 16 bits (em forma hexadecimal), separados por dois pontos

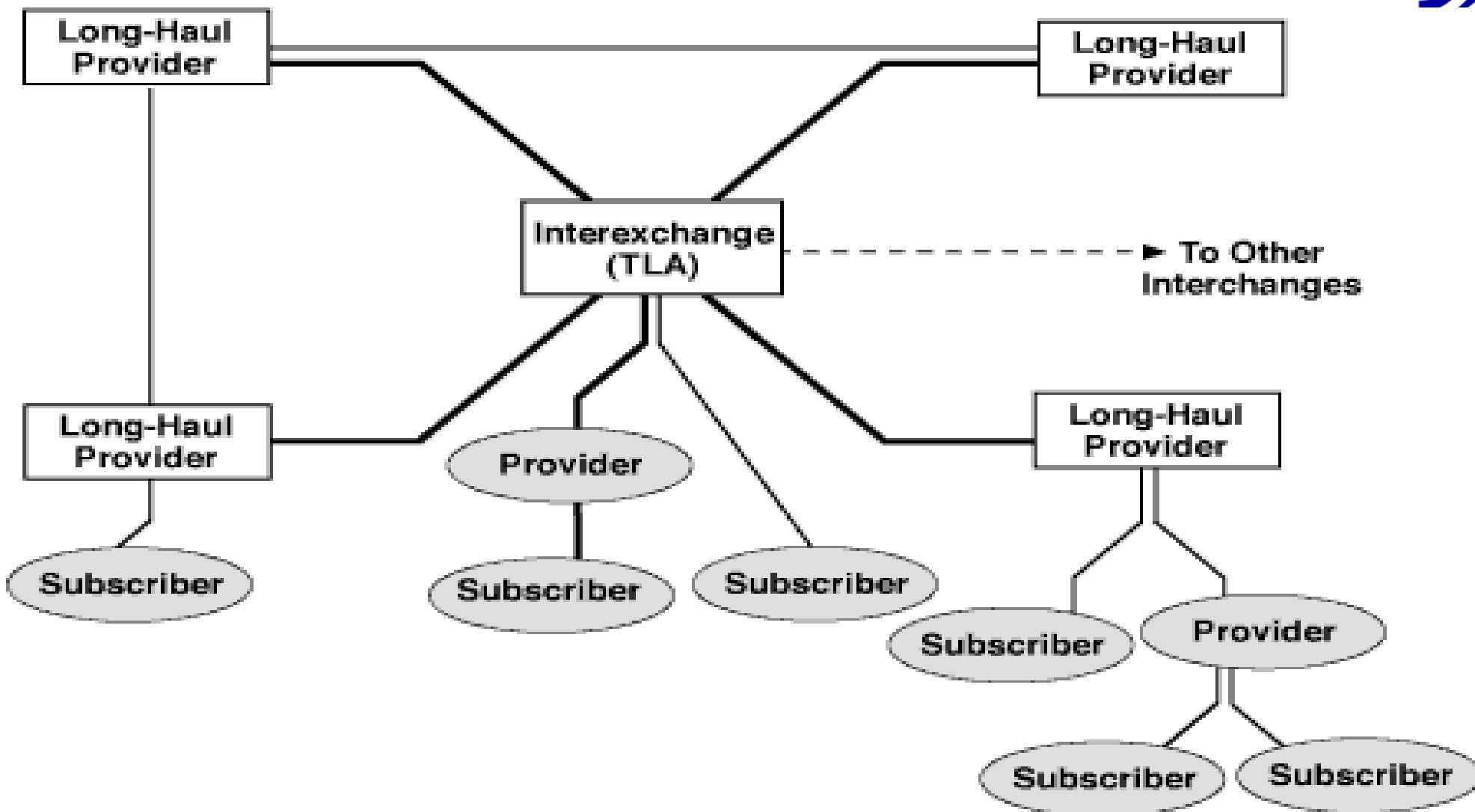
**1080:0:0:0:8:800:200C:417A**

- **Unicast**
  - **Aggregatable Global Unicast Address**
  - **Unspecified Address - 0:0:0:0:0:0:0:0 ou ::**
  - **Loopback – 0:0:0:0:0:0:0:1 ou ::1**
  - **Embedded IPv4 Address (IPv4-compatible IPv6) - ::172.16.1.2**
  - **NSAP Address – NSAP OSI**
  - **IPX Address**
  - **Local-Use IPv6 Address – Link-local e Site-local**
- **Multicast - FF01::43**
- **Anycast - node mais próximo do cluster;**



- **FP** - Format Prefix de 3 bits, neste caso igual a 001;
- **TLA ID** - Identificador Top-Level Aggregation de 13 bits;
- **RES** - 8 bits reservados para uso futuro, e deve ter todos os bits zerados;
- **NLA ID** - Identificador Next-Level Aggregation de 24 bits;
- **SLA ID** - Identificador Site-Level Aggregation de 16 bits;
- **Interface ID** - Identificador da interface de 64 bits.

# Hierarquia de Endereços





# O que muda?

## IPv4 Header 32 bits

Version	IHL	Type of Service	Total Length	
Identifier		Flags	Fragment Offset	
Time to Live	Protocol		Header Checksum	
Source Address				
Destination Address				
Options			Padding	

## IPv6 Header 128 bits

Version	Class	Flow Label		
Payload Length		Next Header	Hop Limit	
Source Address				
Destination Address				

## Nova Estrutura de Cabeçalho

- Cabeçalho **fixo** com apenas 6 campos (antes com 10):  
version (4 bits), priority (4 bits), flow label (28 bits) e payload length (16 bits);
- Remoção dos campos header length, type of service, identification, flags, fragment offset e **header checksum** e da **segmentação hop-by-hop**;
- Outros foram ligeiramente modificados: length, protocol type e time to live;
- Serviços especiais opcionais: extension headers.

# Destques



- **Mobilidade**
- **Segurança Nativa (IPSec: AH e ESP)**
- **Multicast, Anycast e Multiprotocolo**
- **QoS e Multimídia (Class e Flow Label)**
- **Plug ´n play (stateless & statefull auto-configuration)**
- **Arquitetura de endereçamento melhor estruturada**
- **Suporte para Jumbo Datagrams (Jumbograms): até  $2^{32}$  octetos de payload**

## Desempenho nos Roteadores

- Não há cálculo do tamanho do cabeçalho;
- Não há cálculo do checksum do cabeçalho;
- Não há procedimentos de fragmentação/montagem;
  - MTU mínima de 1280 octetos (68 octetos em v4);
  - O cálculo da MTU mínima é feito nos hosts, end-to-end (Path MTU Discovery);
  - Se o pacote é maior que a MTU mínima, o roteador envia uma mensagem ICMPv6 (Packet Too Big).

# Extension Headers

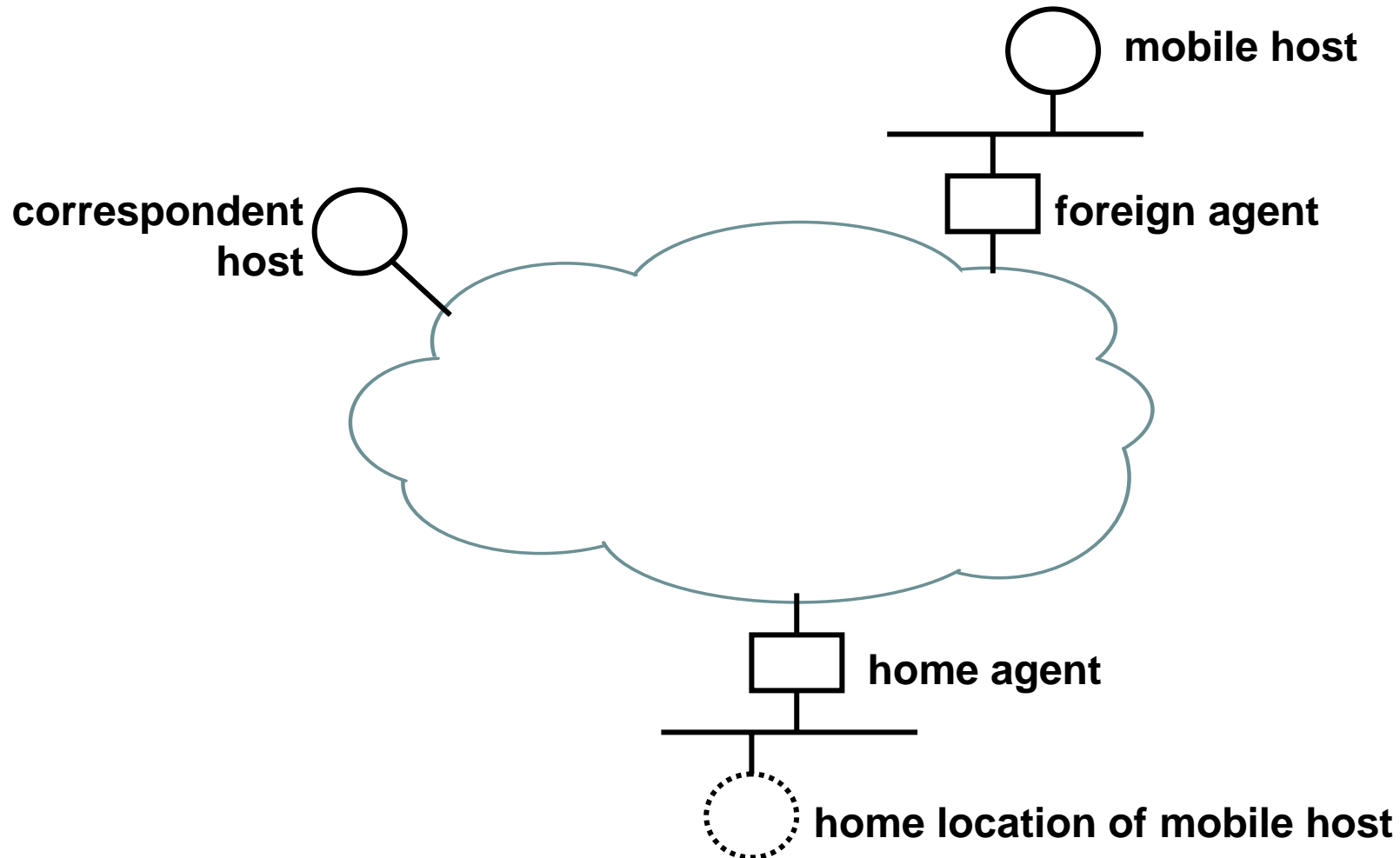


<b>IPv6 Header NextHeader= TCP</b>	<b>TCP Header + Data</b>
--	----------------------------------

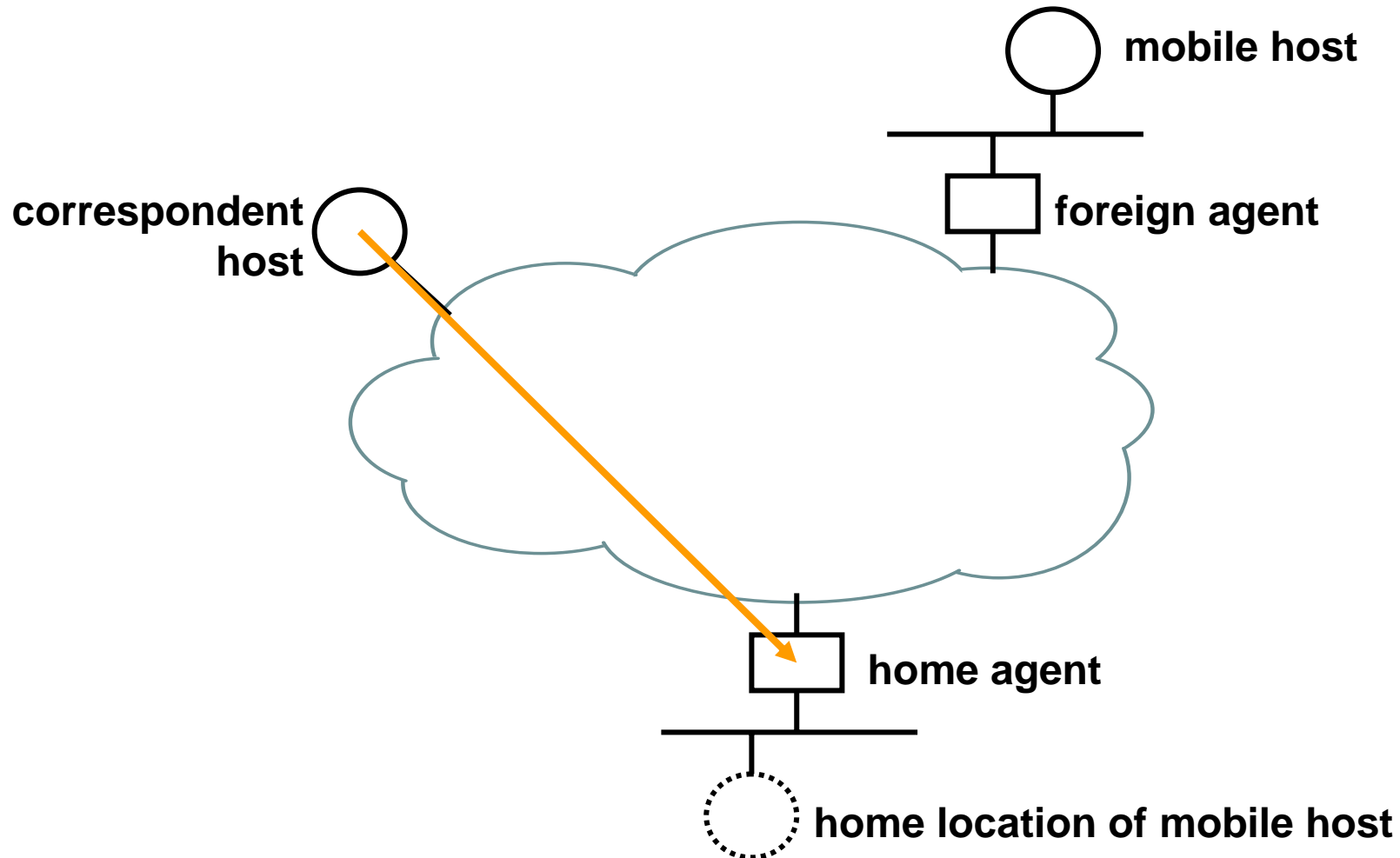
<b>IPv6 Header NextHeader= Routing</b>	<b>Routing Header NextHeader= TCP</b>	<b>TCP Header + Data</b>
--	---	----------------------------------

- **Um header obrigatório (base header)**
- **Headers adicionais optativos (extension headers)**
- **Eliminado o limite de 40 octetos em v4. O limite é o tamanho total do pacote (payload de  $2^{32}$  octetos) ou a PMTU.**

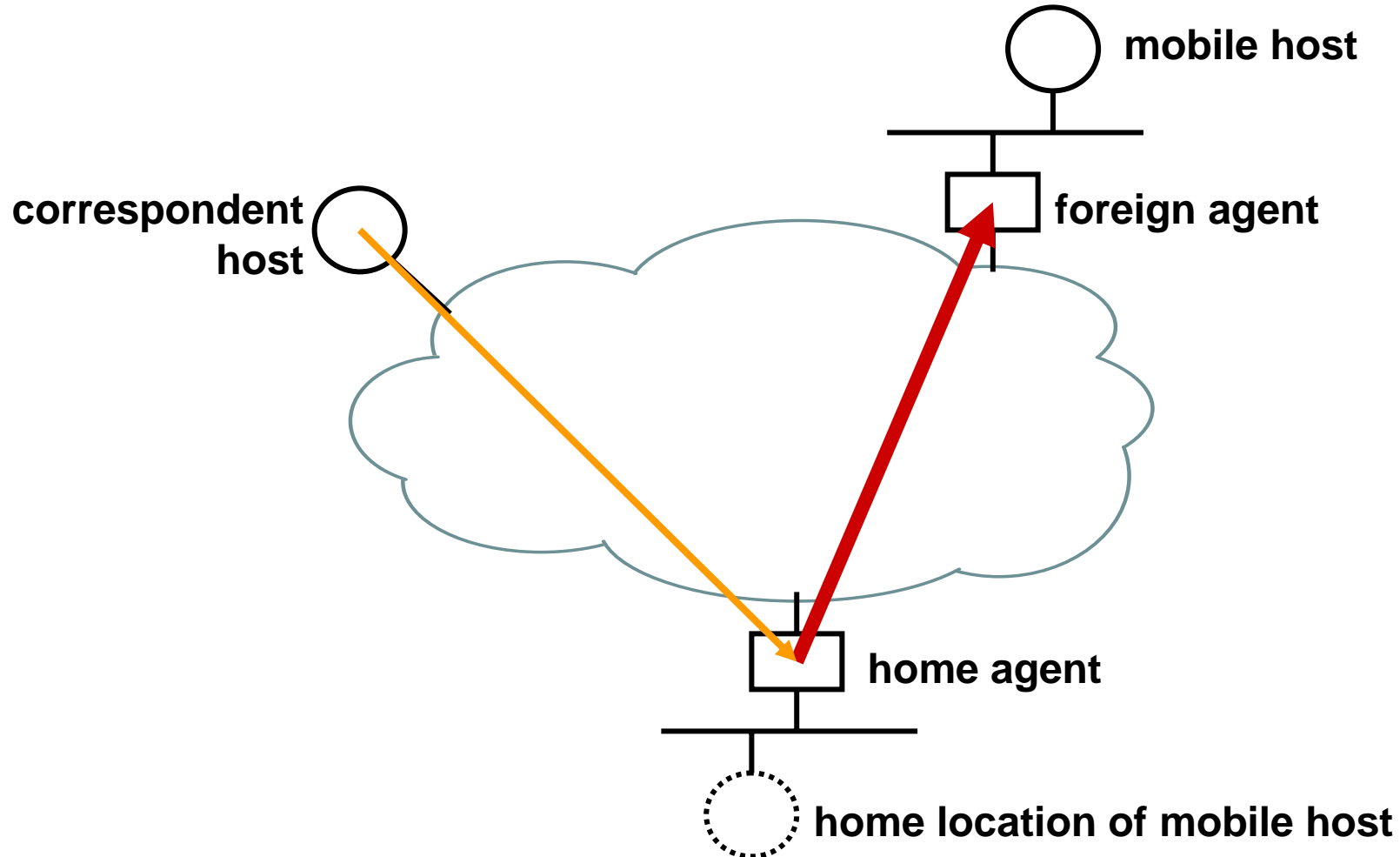
# Mobile IP (v4)



# Mobile IP (v4)

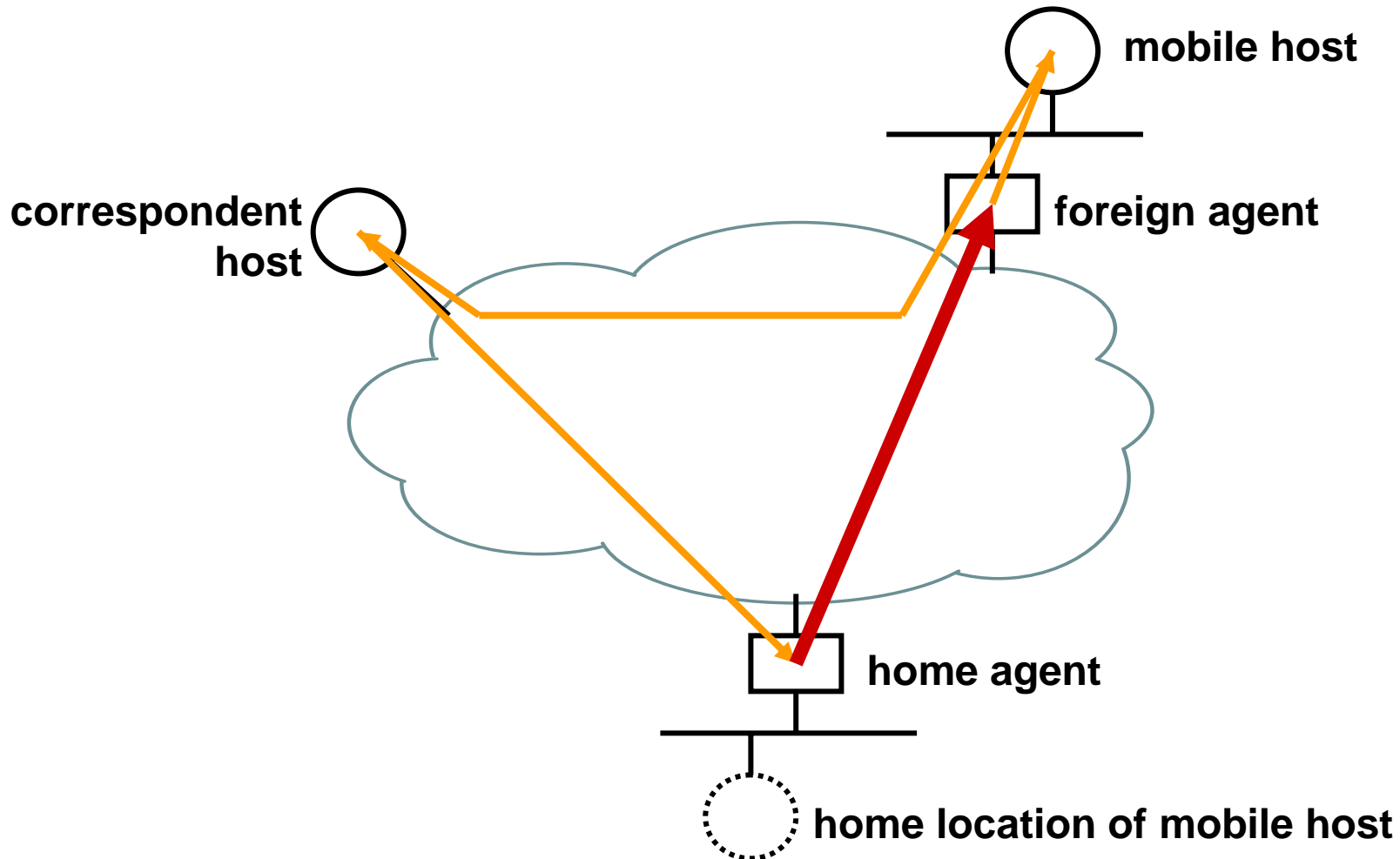


# Mobile IP (v4)

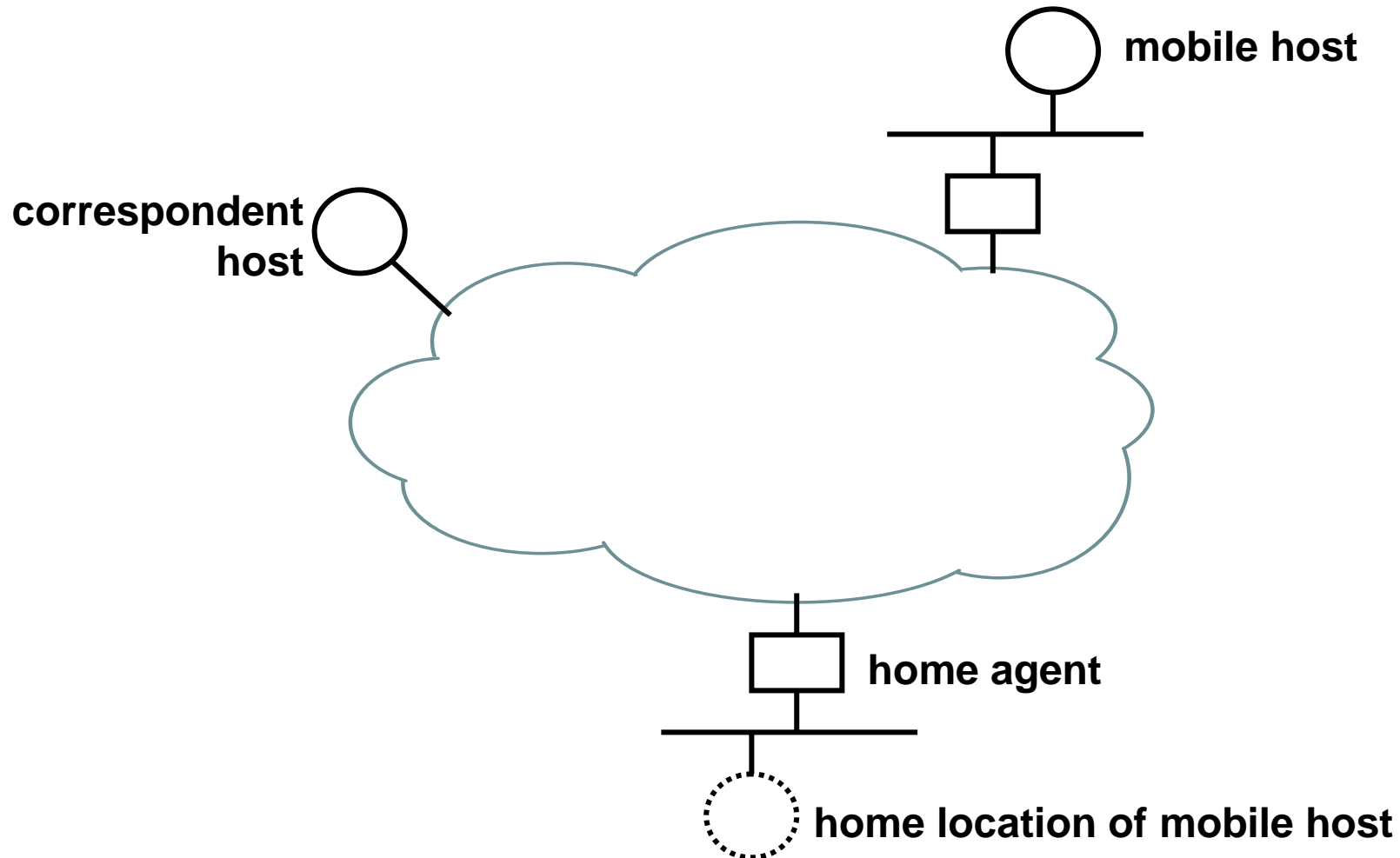




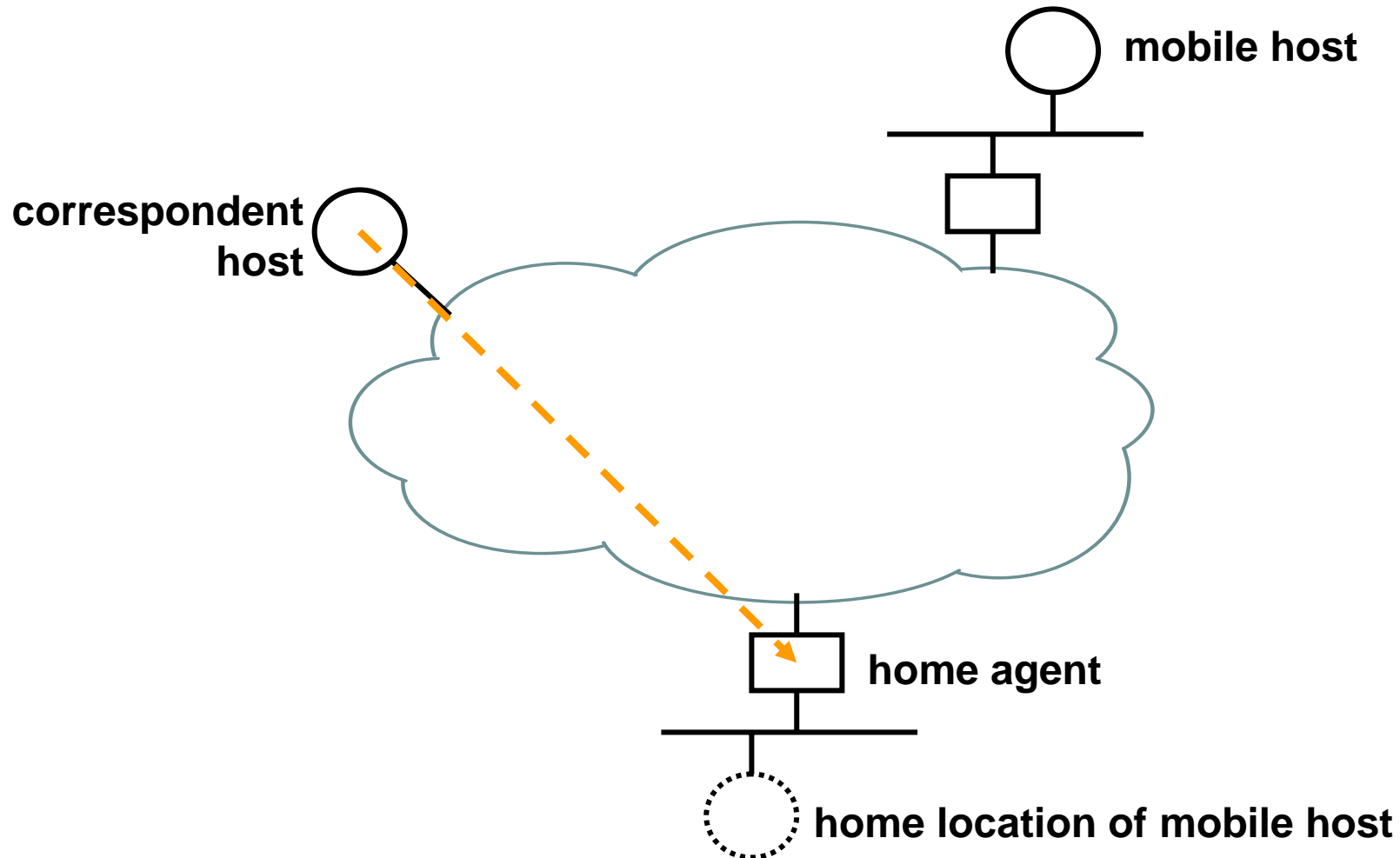
# Mobile IP (v4)



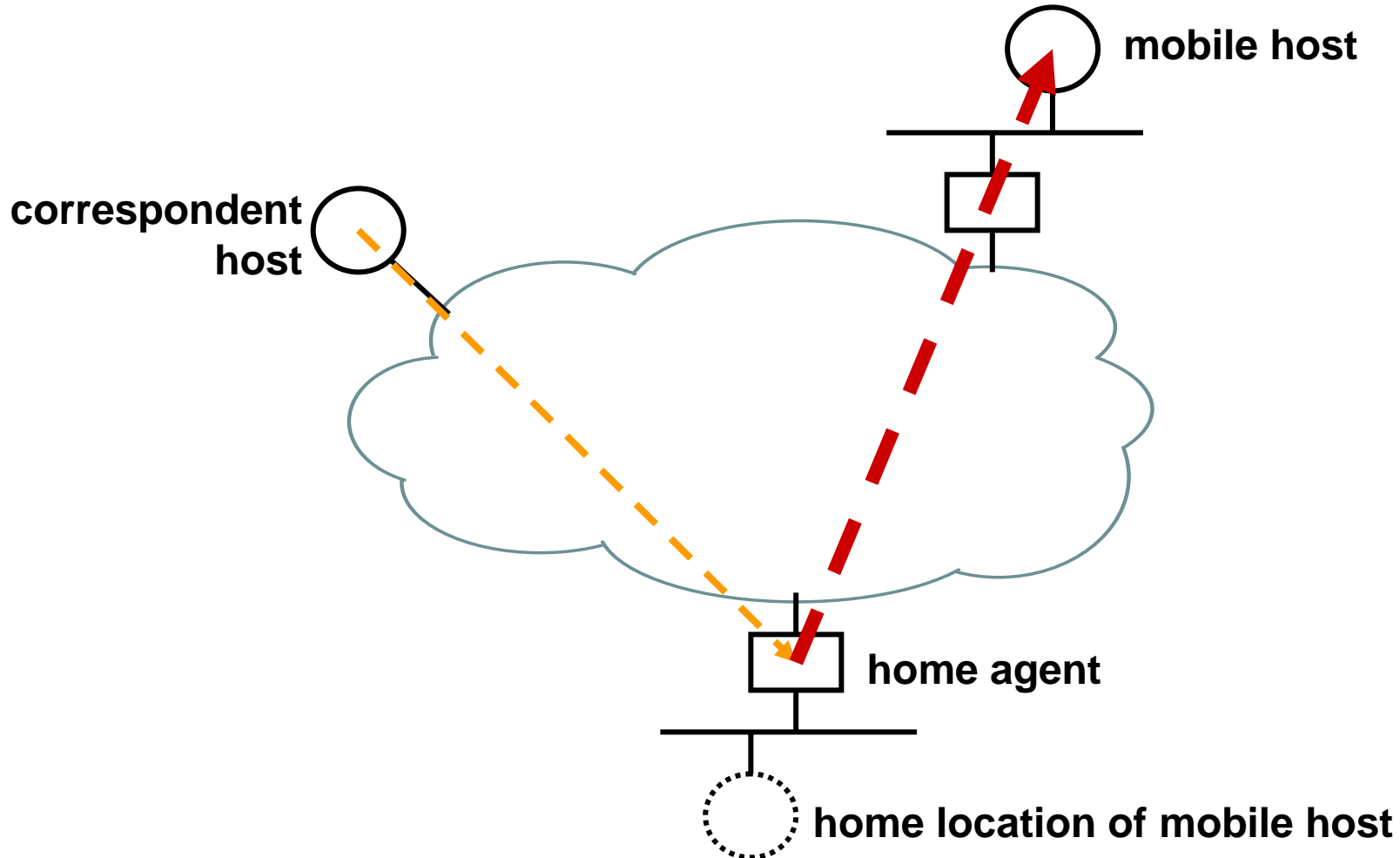
# Mobile IP (v6)



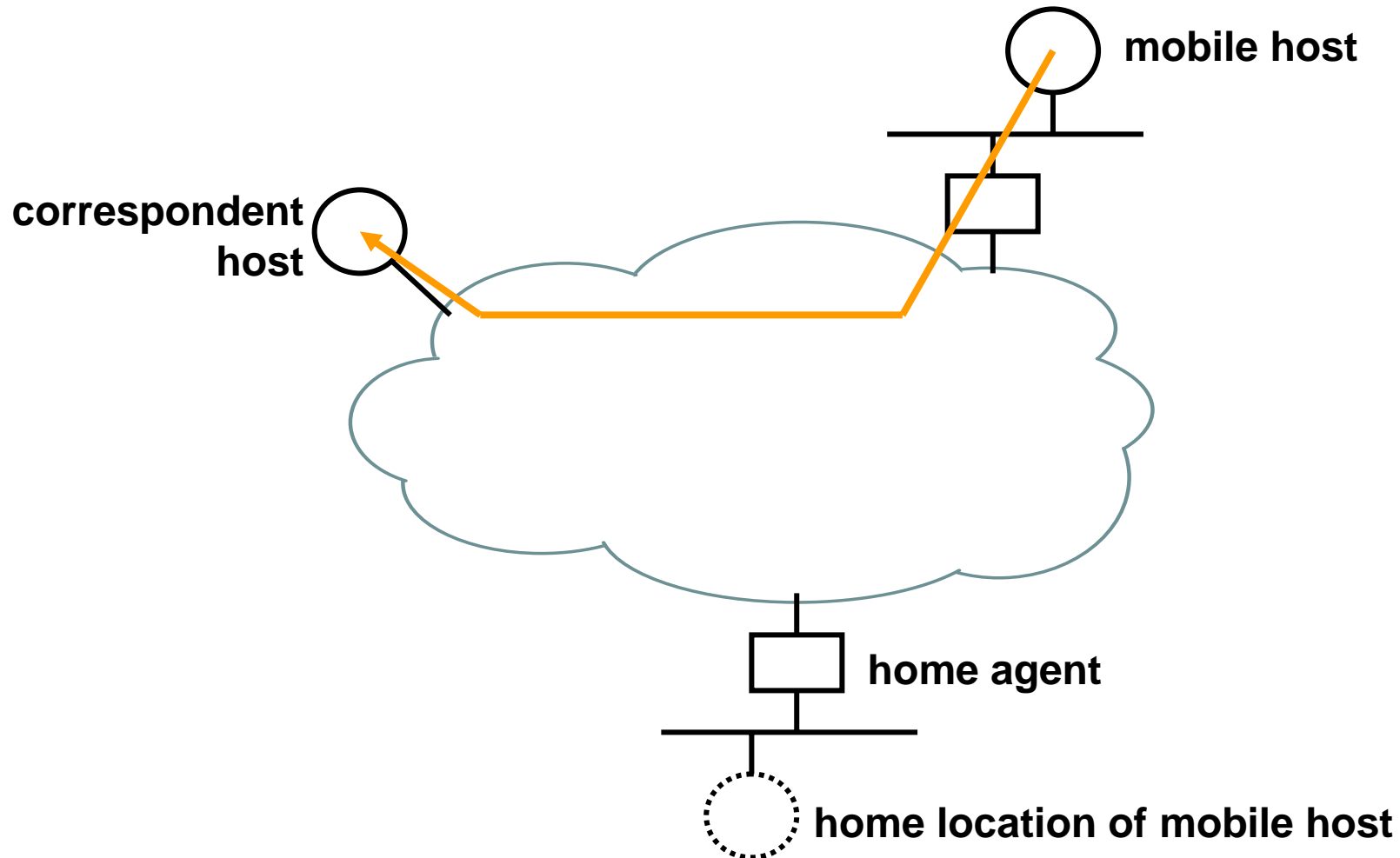
# Mobile IP (v6)



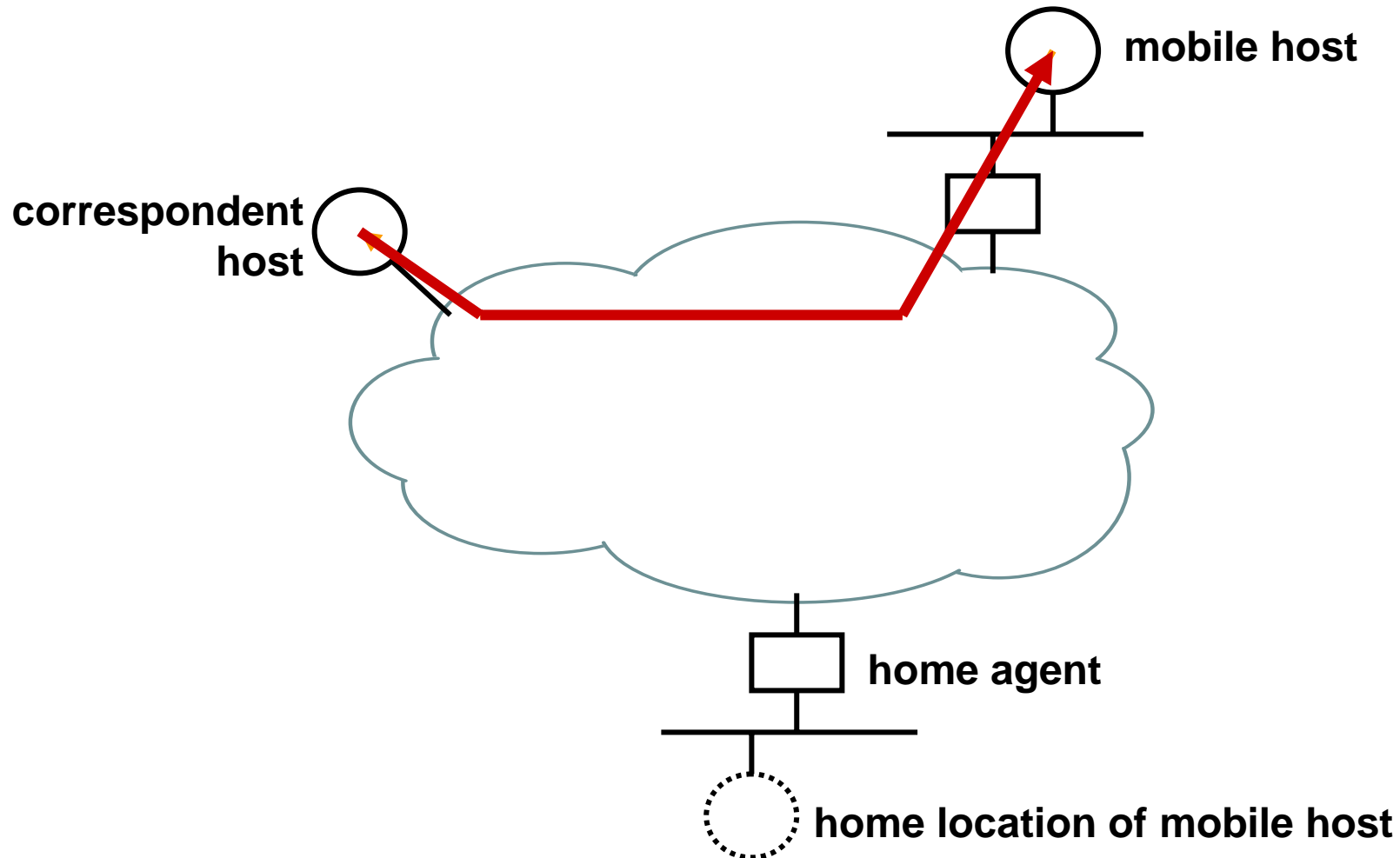
# Mobile IP (v6)



# Mobile IP (v6)



# Mobile IP (v6)



# Estratégias para Transição e Coexistência

- Migração de todos os servidores DNS (de “A” para “AAAA” ou A6)
- Pilha dupla (IPv4 e IPv6) em todos os roteadores e hosts
- Mecanismo de transição já embutido no IPv6 (IPv4-compatible)
- Tunelamento: mecanismos para IPv6/IPv4 e IPv4/IPv6
- Conversão (Translation): IPv6-only  $\leftrightarrow$  IPv4-only

- **Testbed para definir o processo de transição das redes IPv4 para IPv6;**
- **Definir mecanismos opcionais e mandatórios a serem implementados pelos fabricantes, e;**
- **Articular um plano operacional para a transição do IPv4 para o IPv6**

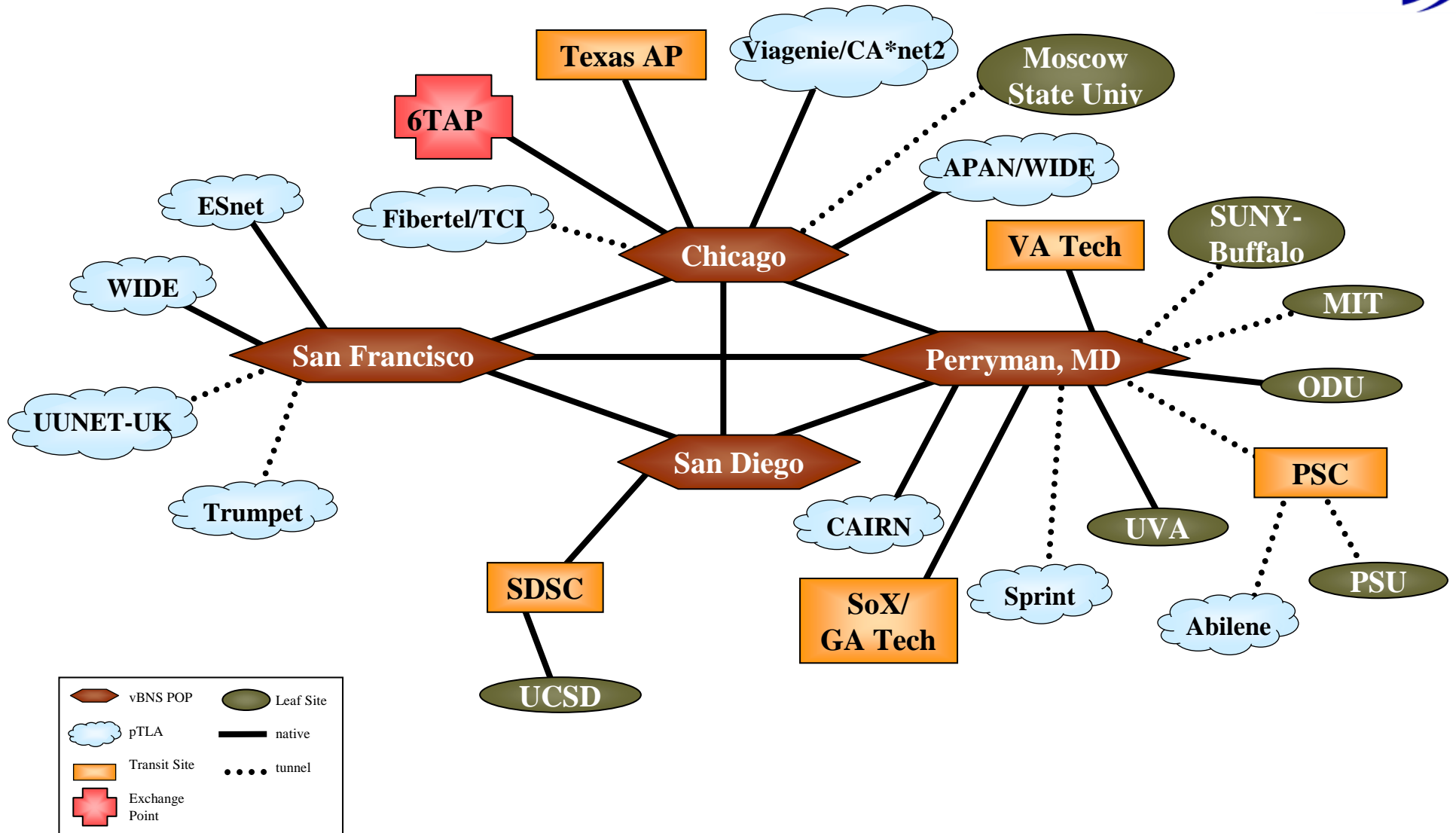


# 6Bone IETF NGTrans



- **Operacional desde junho de 1996;**
- **59 países (1998: 35, 2001: 53);**
- **Ilhas IPv6 num oceano IPv4, conectadas por túneis: 1078 sites;**
- **Atingiu a maturidade: experiência mundial de mais de 06 anos;**
- **Vem aí o v6ops (minutes in october 8, 2002)**

# 6Bone Rede vBNS

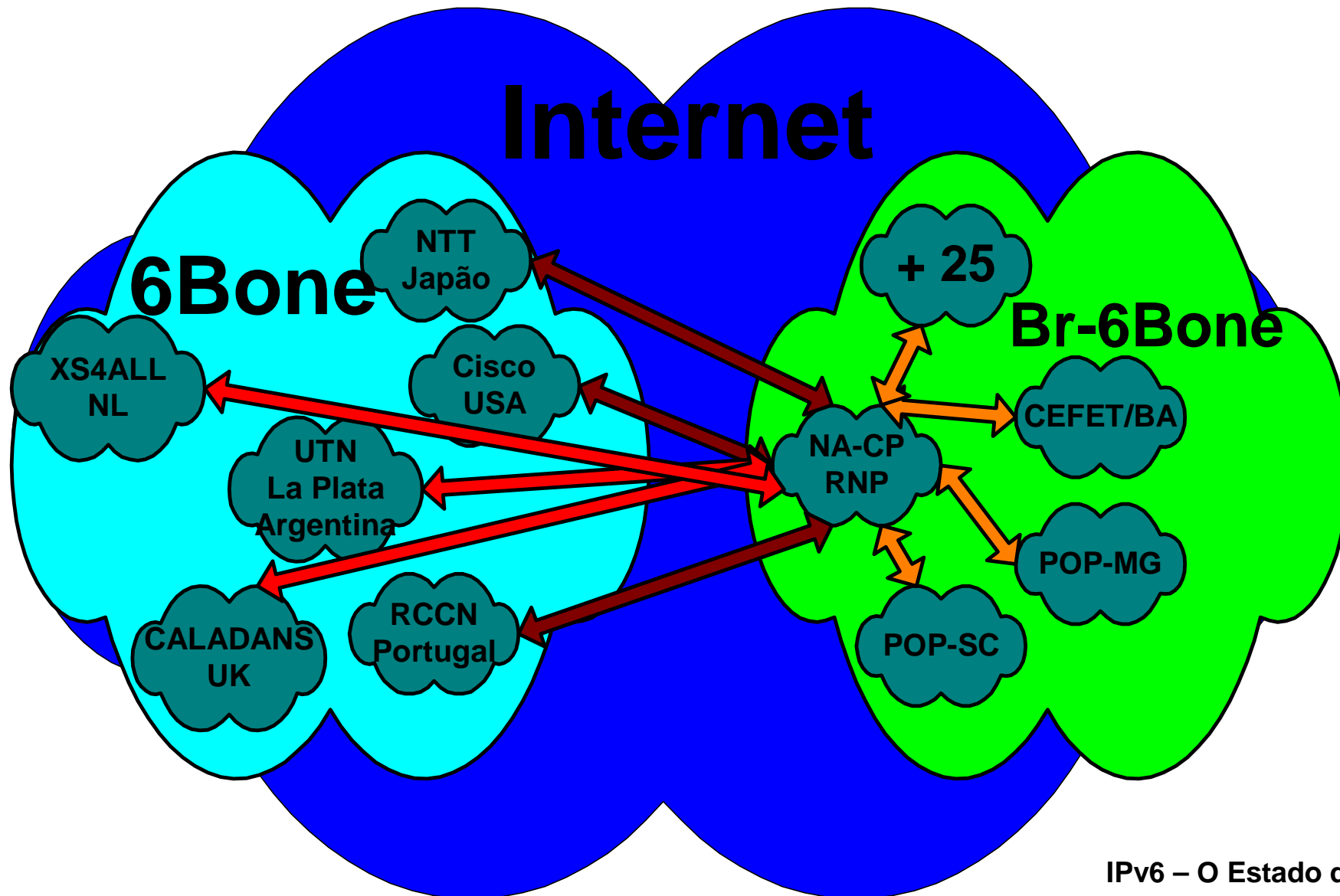


## Br 6Bone - Backbone IPv6 de Testes



- Articulação em 1997: 39<sup>th</sup> IETF Meeting – Munich/Germany
- Operacional janeiro de 98, como um endereço pTLA (6Bone/NGTrans): 3FFE:2B00/24
- Em abril de 1998: túnel IPv6/IPv4 com a Cisco/6Bone (San Jose/USA) e NTT (Japão) em outubro/98
- 06 túneis internacionais: RCCN/PO, UTN/AR, CALADAN/UK,, XS4ALL/NL e FASTNETXP
- 28 túneis/sites nacionais

## Backbone IPv6 de Testes



## Backbone de Produção RNP2



- **Início em 2001**
- **05 POPs: RJ, SP, RS, RN e MG**
- **Roteadores Cisco 75xx, com pilha dupla: Cisco IOS 12.2(2)T2**
- **RIPng e BGP4+**
- **Endereçamento ARIN**
- **Integração com Br6Bone e 6Bone**
- **Peering com 6TAP e Renater/FR**

## Backbones Comerciais

- **EUA: MCI WorldCom (vBNS)**
- **Europa: Telia (06/2001), Telecom Italia (07/2001), BT e NTT (UK),**
- **Asia: NTT e TAHI**
- **Outros**

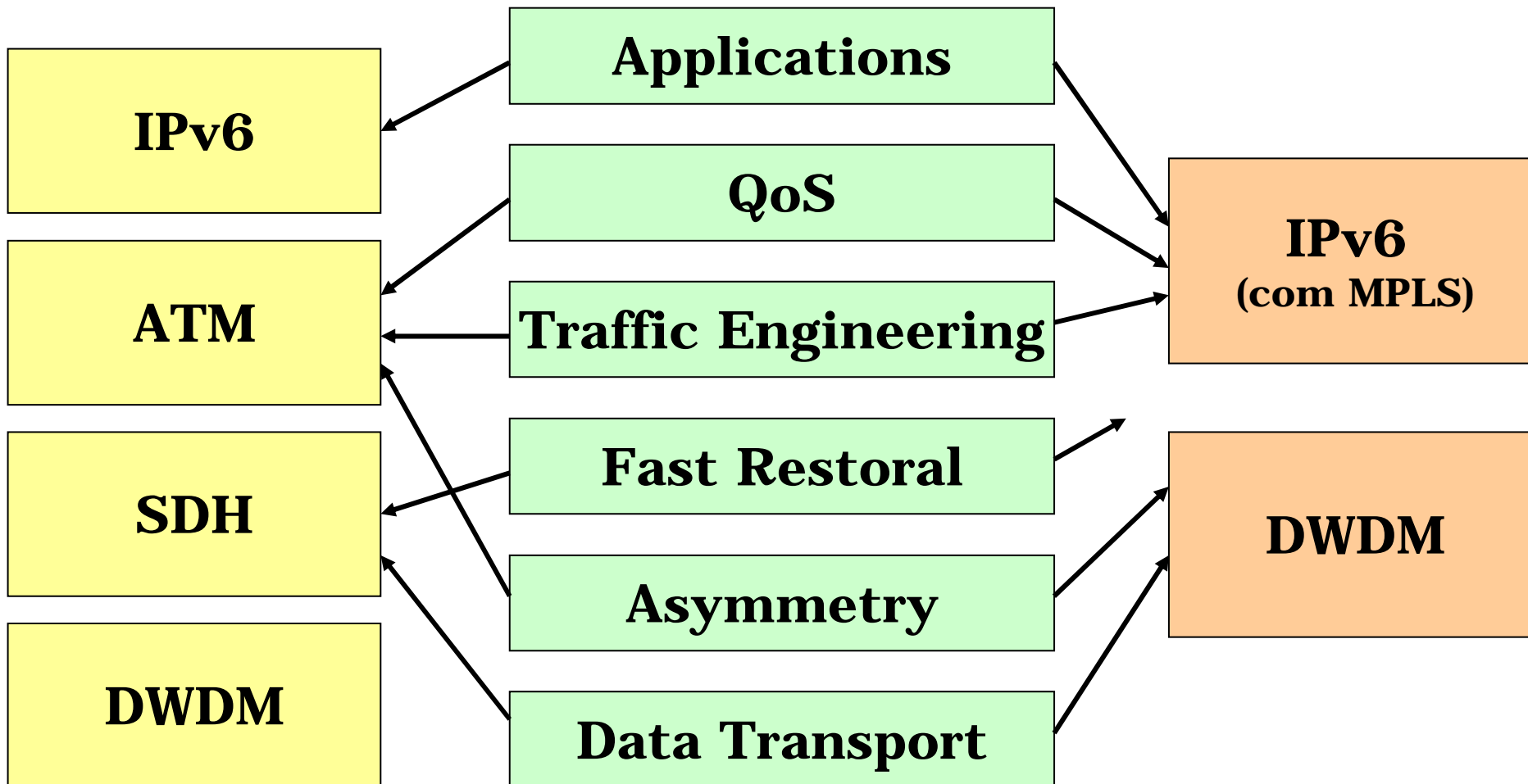
## Backbones Acadêmicos/Experimentais

- **6Bone, IPv6 Cluster, Abilene/I2, NTT, 6REN, RNP2, 6INIT, GPv6**
- **CA\*NET3, TEN155, 6WINIT, LONG, etc.**
- **Outros**

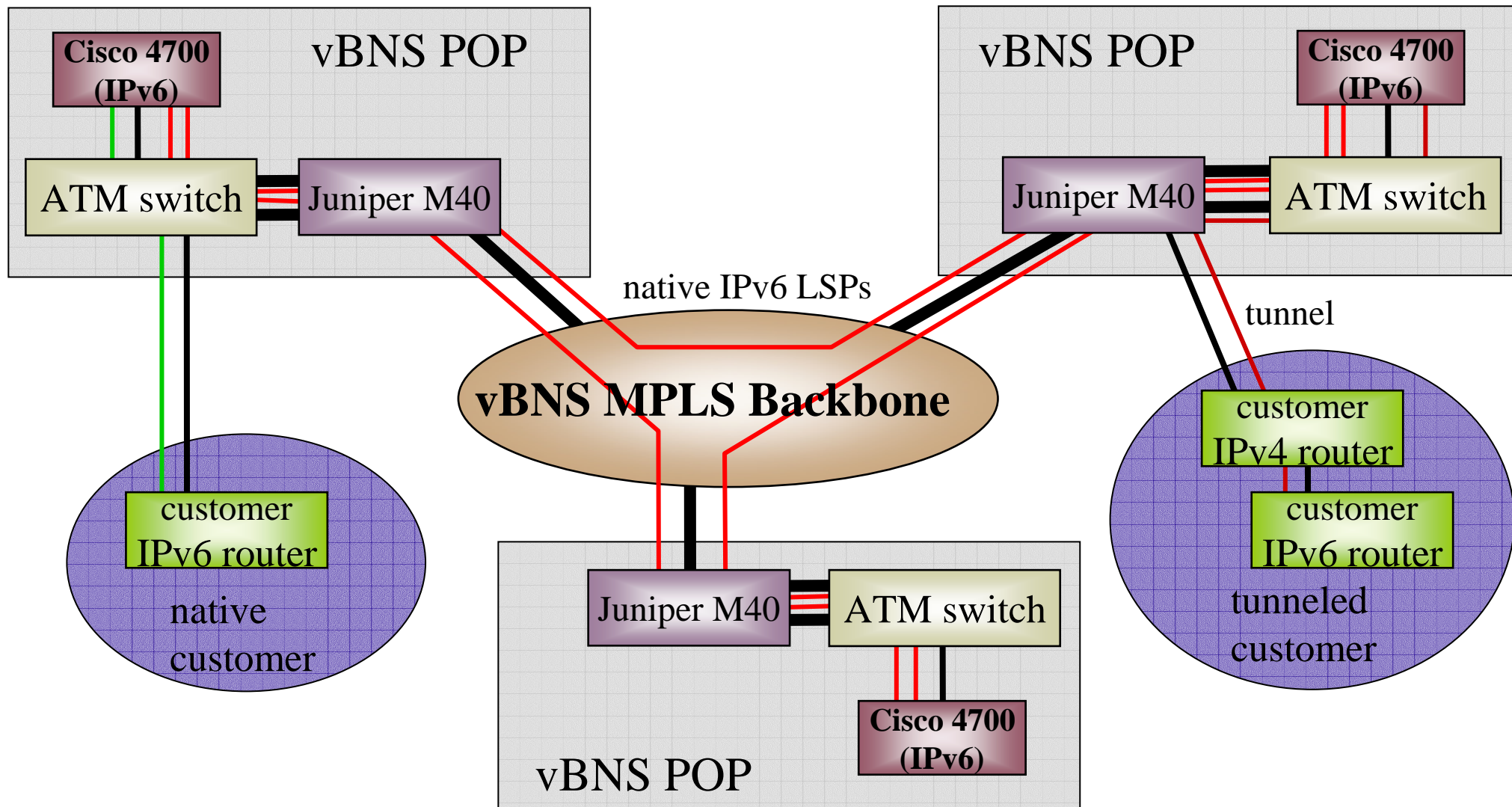
## Internet Ótica Simplificada com MPLS

**Hoje**

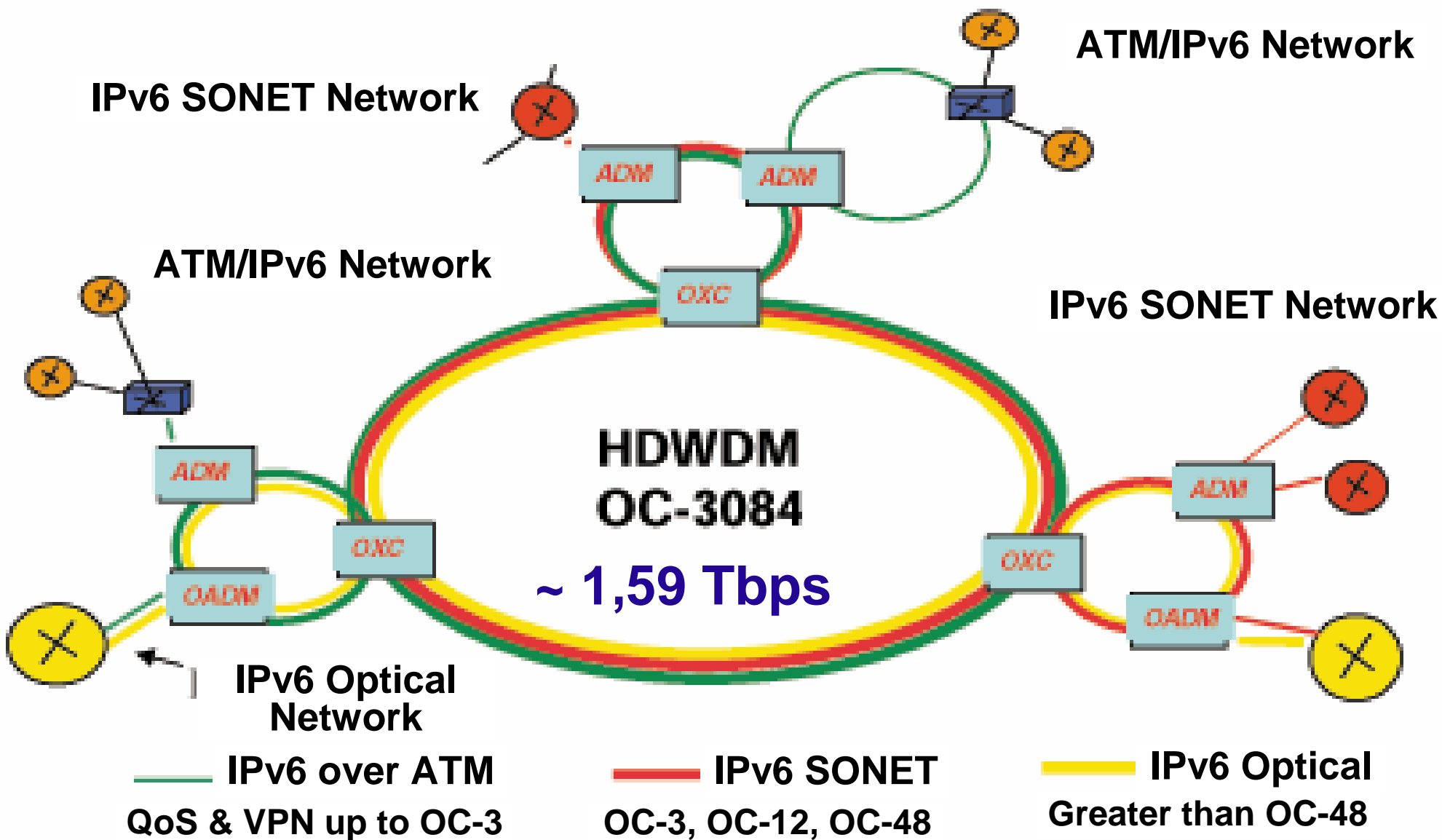
**Amanhã**



# Trunking IPv6 sobre MPLS







## IPv6 Forum

- Criado em 09/1999
- Missão: Promover globalmente o desenvolvimento e o uso do IPv6
- Mais de 98 membros, entre empresas e instituições

## IPv6 Forum - Conquistas

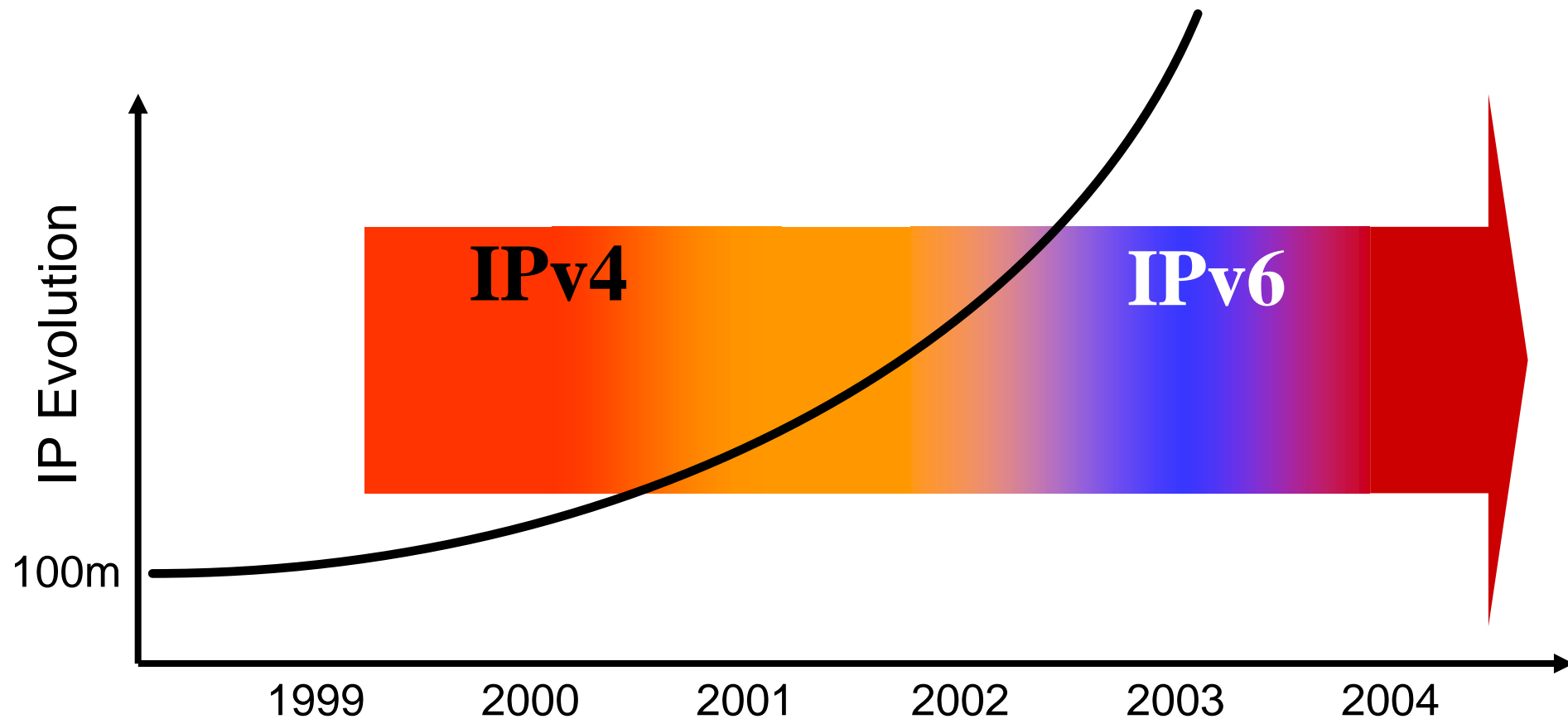
- Hot news from the press- 15/3 2000
- Cisco announces that they will have full IPv6 support. They affirmed for the first time that its software and hardware products will support IPv6. Cisco says it will support IPv6 in version 12.1(5)T of its IOS software, scheduled to ship in October
- Microsoft Microsoft's latest IPv6 stack was announced at the IPv6 Global Summit held here this week- the first time Microsoft has formally detailed its IPv6 product plans. Until now, Microsoft offered only a prototype IPv6 stack developed by its research group. IPv6 will be included in the next major release of Windows 2000, followed by full IPv6 support across all Microsoft products. "We are taking our prototype and turning it into product

## **IPv6 Internet Protocol Comes of Age IPv6 Global Summit, Japão/2001**

- **Equipamentos IPv6 nas residências a partir do 2o. semestre de 2001 até 2003**
- **Desenvolvimento em 3 fases:**
- **Fase 1: Desenvolvimento de gateways residenciais;**
- **Fase 2: Residências conectadas com equipamentos (TVs, games, etc.) IPv6 (final de 2001);**
- **Fase 3: Telefones móveis IPv6 (3G/UMTS)**

# Cenário IPv6

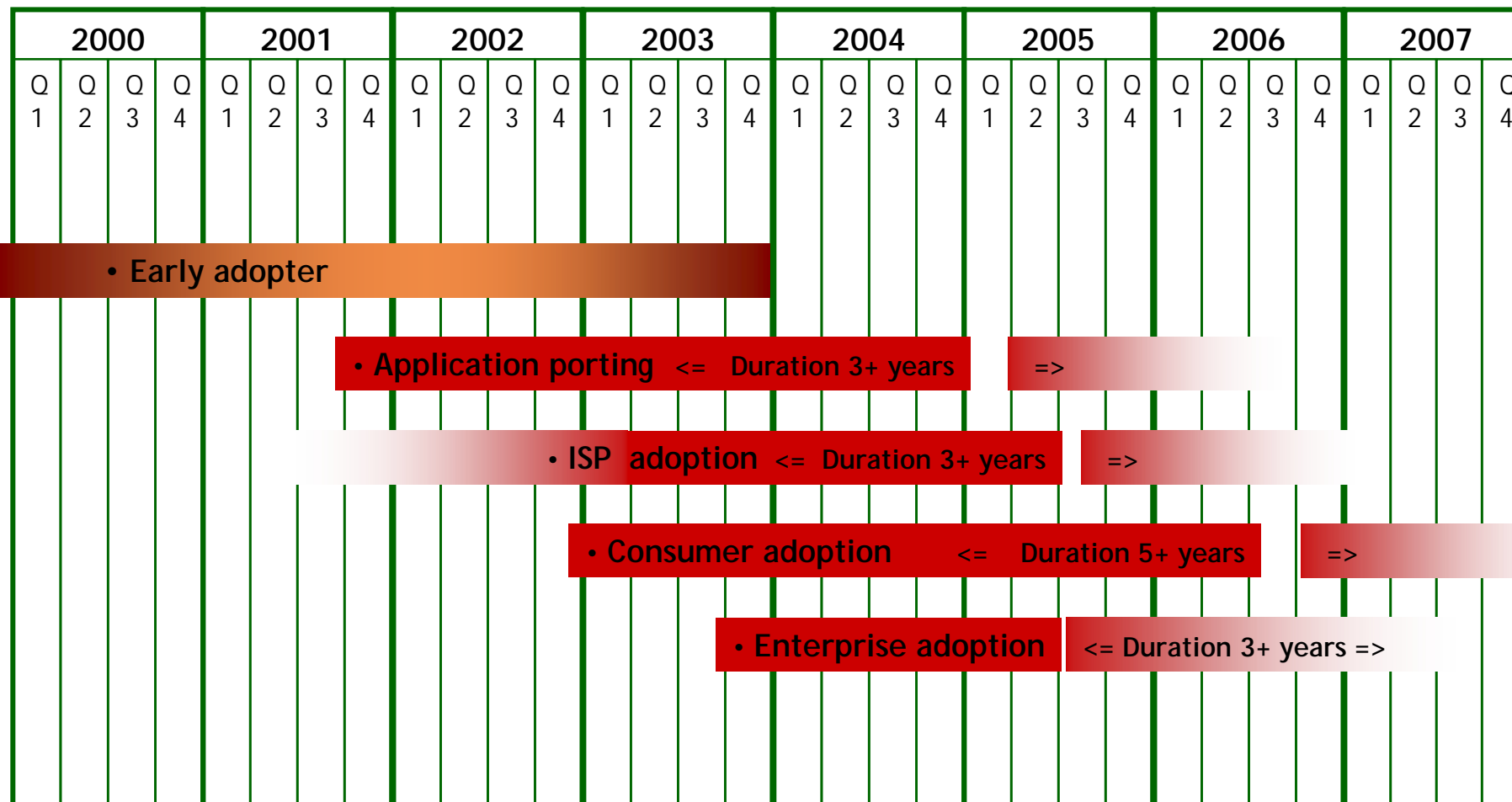
**1 billion +  
Connected Devices**



**IPv6 Forum – Japão, 2001**

## O que acontece se toda China decidir se conectar à Internet??

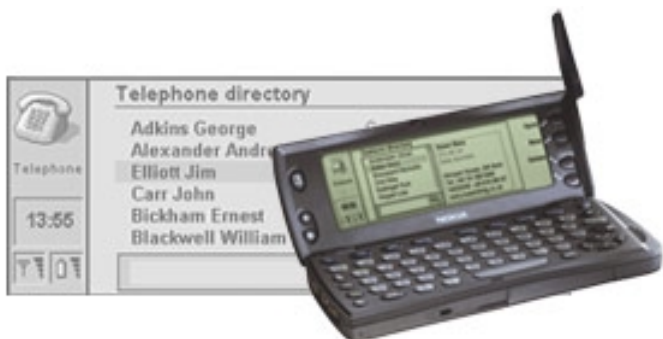
- **Global IPv6 Summit in China- April 2 to 4, 2003**
- ***Theme: Deploy IPv6 in China***



Fonte: Cisco - Introduction to IPv6



... tudo conectado  
em IPv6, sempre





# Espaço de Endereços v6 Onde Obter?

- APNIC                    2001:0200::/23
  - <http://www.apnic.net>
- ARIN                     2001:0400::/23
  - <http://www.arin.net>
- RIPE NCC                2001:0600::/23
  - <http://www.ripe.net>
- LACNIC                    (coming soon)
  - <http://www.lacnic.net>
- 6Bone                    3FFE::/16
  - <http://www.6bone.net>
- AfriNIC                    (coming)
  - <http://www.afrinic.org>



- 1 - IETF NGTrans 6Bone – <http://www.6bone.net>
- 2 - Brazilian 6Bone – Br 6Bone – <http://www.6bone.rnp.br>
- 3 - 6Bone Countries  
<http://www.cs-ipv6.lancs.ac.uk/ipv6/6Bone/Whois/bycountry.html>
- 4 - Adailton Silva e Marcel Faria, *Hierarquia de Endereços IPv6*  
[http://www.rnp.br/newsgen/0103/end\\_ipv6.shtml](http://www.rnp.br/newsgen/0103/end_ipv6.shtml), 03/2001
- 5 - Adailton Silva, *IPv6 na RNP e no Brasil*  
<http://www.rnp.br/newsgen/9809/exp-ipv6.shtml>, 09/1998
- 6 - Adailton Silva, *O que vai muda na sua vida com o IPv6*,  
<http://www.rnp.br/newsgen/ascii/n2.txt>, 06/1997
- 7 - IPv6 Forum – <http://www.ipv6forum.org>
- 8 - Br 6Bone Sites - <http://www.6bone.rnp.br/cgi-bin/nets.pl>
- 9 - IPv6 Implementatios  
<http://playground.sun.com/pub/ipng/html/ipng-implementations.html>

- 10 – Free IPv6 Connectivity – Freenet6 - <http://www.freenet6.net>
- 11 – IPv6 Information Page – <http://www.ipv6.org>
- 12 – Cisco IPv6 – <http://www.cisco.com/ipv6>
- 13 – IETF v6ops WG Charter - <http://www.ietf.org/html.charters/v6ops-charter.html>
- 14 – IETF v6ops WG Minutes <http://www.6bone.net/v6ops/minutes/default.htm>
- 15 – IST IPv6 Cluster - <http://www.ist-ipv6.org/>

# Frases Famosas



- **"I think there is a world market for maybe five computers."**
  - Thomas Watson, chairman of IBM, 1943
- **"640K ought to be enough for anybody."**
  - Bill Gates, 1981
- **"32 bits should be enough address space for Internet"**
  - Vint Cerf, 1977 (Honorary Chairman of IPv6 Forum/2000)

IComNet Tecnologia da Informação

[adailton@icomnet.com.br](mailto:adailton@icomnet.com.br)

<http://www.icomnet.com.br>



Rede Nacional para o Ensino e Pesquisa - RNP

[adailton@rnp.br](mailto:adailton@rnp.br)

<http://www.rnp.br>

**Gracias!**  
**Thank You!**  
**Obrigado!**

## Backbone IPv6 de Testes

