



nic.br

Núcleo de Informação
e Coordenação do
Ponto BR

egi.br

Comitê Gestor da
Internet no Brasil

Técnicas de Transição para o IPv6

registro.br cert.br cetic.br ceptro.br ceweb.br ix.br

Agenda

- Técnicas de Transição
- Lab. NAT64
- Lab. SIIT-DC
- 464XLAT
- Lab. Proxy Reverso
- Como ter uma rede IPv6?

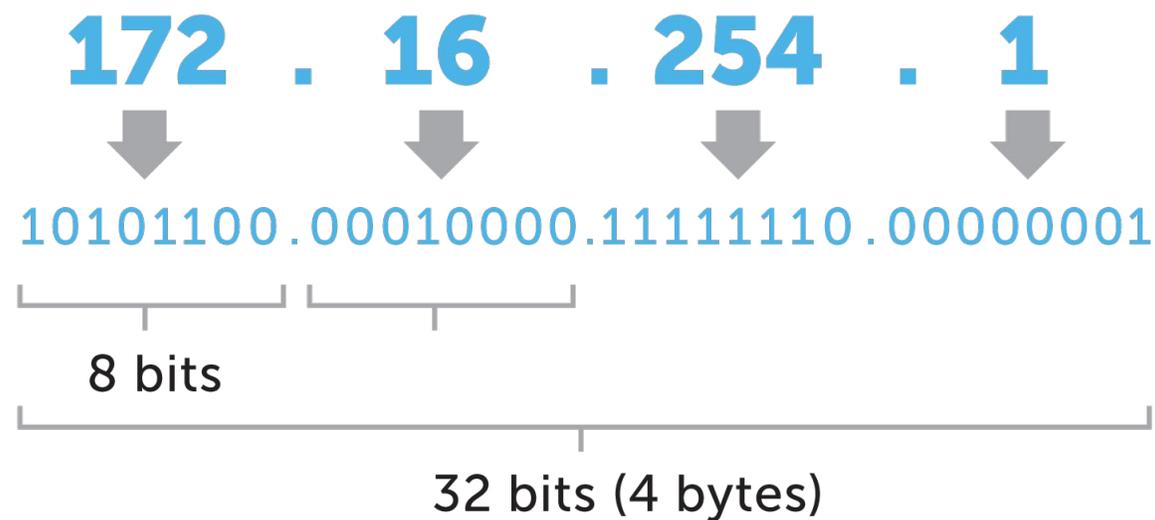
IPv6.br

IPv4

- RFC 791 (1981)
- Na Internet desde 01/01/1983
- Ainda em ampla utilização
- Criado para prover duas funções básicas
 - Fragmentação
 - Endereçamento/Identificação

IPv4

- 32 bits
- Divididos em 4 octetos (grupos de 8 bits) separados por “.”
- 4.294.967.296 de endereços
- Os campos vão de 0 à 255



IPv6

- RFC 2460 (1998)
- Questões a serem abordadas:
 - Escalabilidade;
 - Segurança;
 - Configuração e administração de rede;
 - Suporte a QoS;
 - Mobilidade;
 - Políticas de roteamento;
 - Transição.
- Atualmente em implantação na Internet



Cabeçalhos

Versão (Version)	Tamanho do Cabeçalho (IHL)	1 Tipo de Serviço (ToS) ou DiffServ	2 Tamanho Total (Total Length)	
Identificação (Identification)		Flags	Deslocamento do Fragmento (Fragment Offset)	
4 Tempo de Vida (TTL)	3 Protocolo (Protocol)	Soma de Verificação do Cabeçalho (Checksum)		

Endereço de Origem (Source Address)		Versão (Version)	1 Classe de Tráfego (Traffic Class)	Identificador de Fluxo (Flow Label)	
Endereço de Destino (Destination Address)		2 Tamanho dos Dados (Payload Length)		3 Próximo Cabeçalho (Next Header)	4 Limite de Encaminhamento (Hop Limit)
Opções + Complemento (Options + Padding)		Endereço de Origem (Source Address)			
		Endereço de Destino (Destination Address)			

3 Campos mantidos

6 Campos removidos

4 Campos levemente modificados

1 Campo adicionado

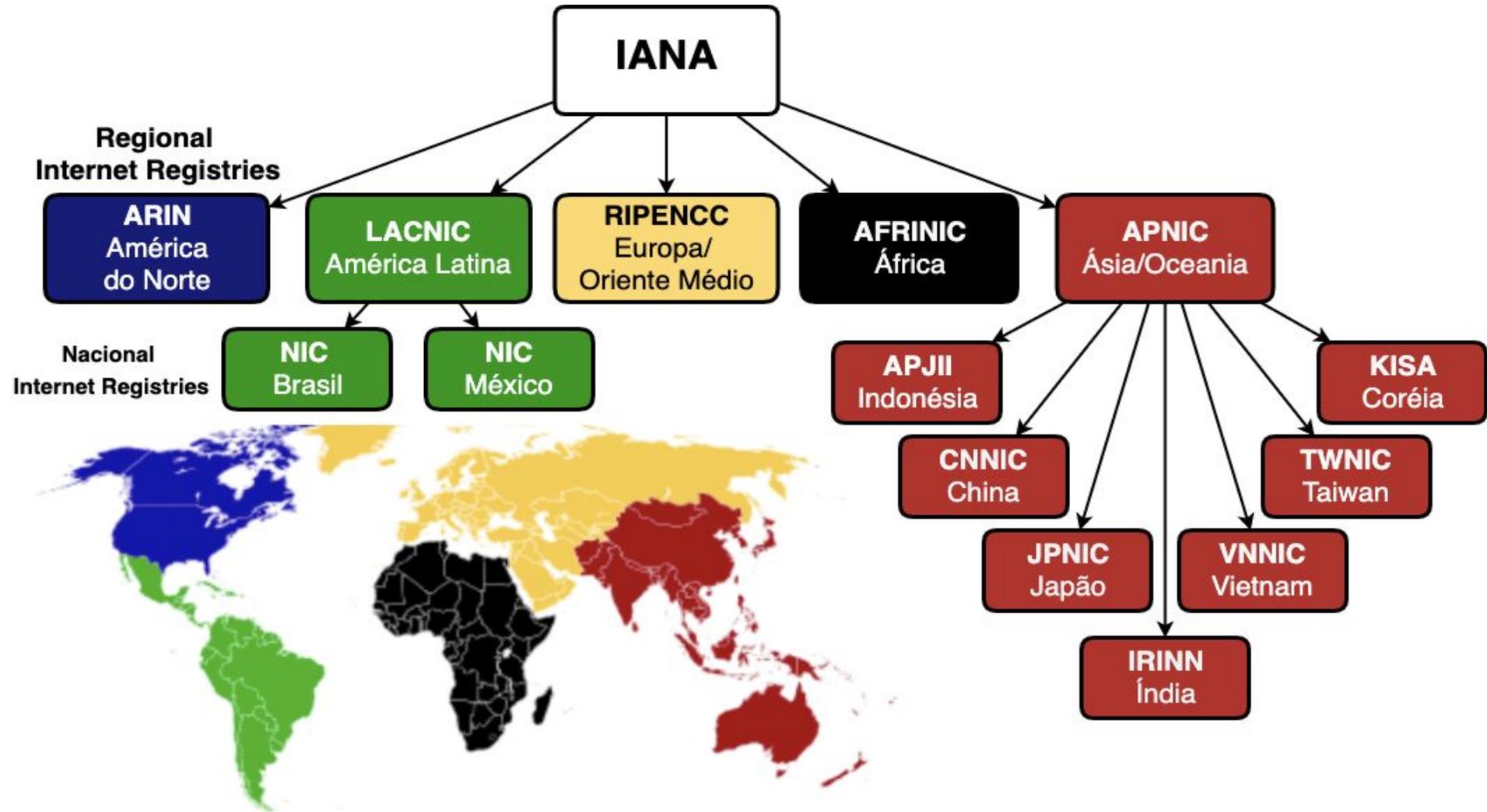
IPv6

- 128 bits
- Utiliza caracteres **Hexadecimais** (0 à F)
- Divididos em 8 Hextetos (16 bits) separados por “:”
- Cada campo vai de 0 à FFFF

2001:0db8:0000:0000:0000:cade:cafe:84c1
16 bits

2001:0db8::cade:cafe:84c1

Quem distribui os endereços IPs?



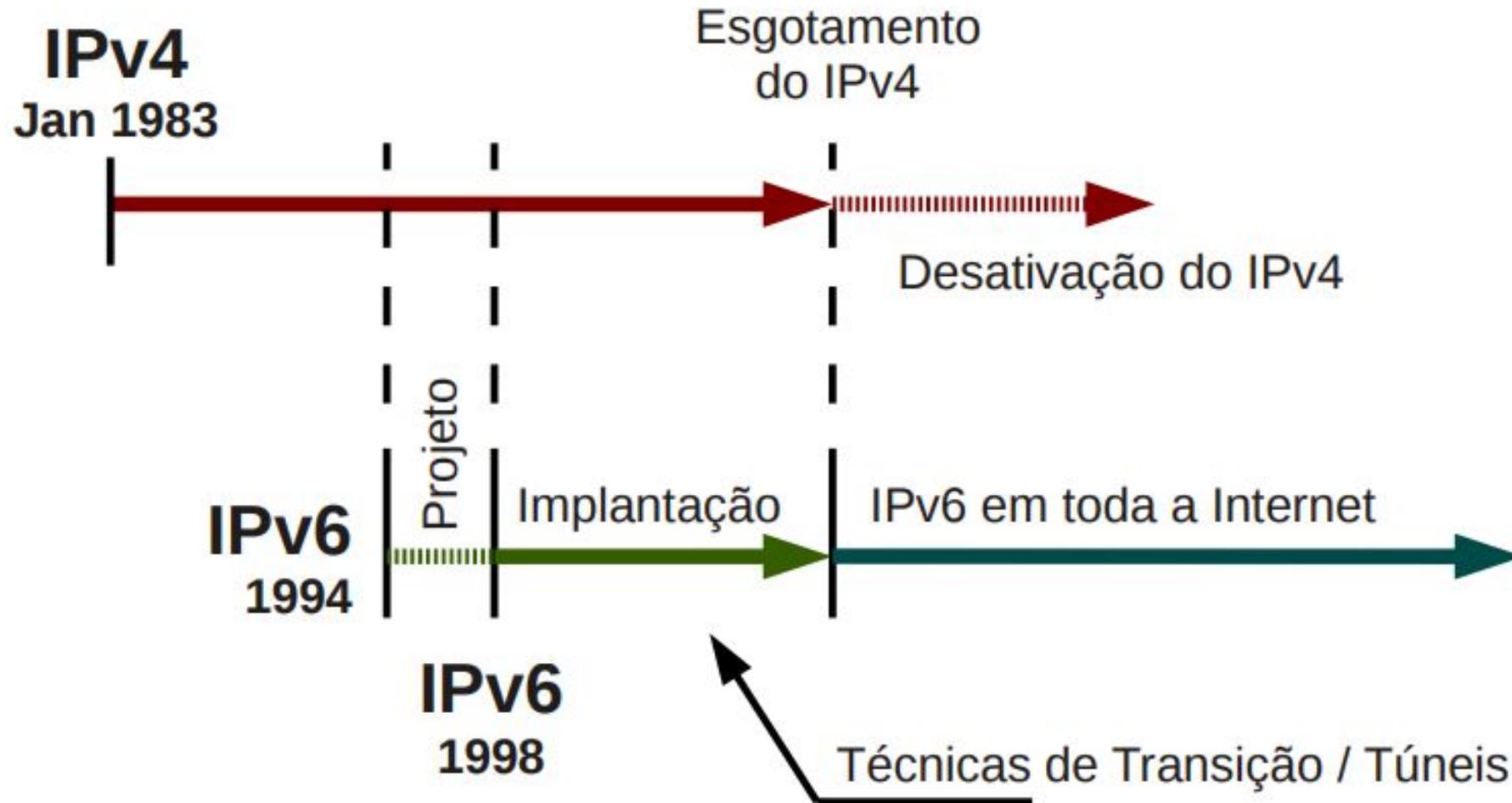
Quem distribui os endereços IPs?

- Fim do estoque mundial de IPv4 em **2011**.
- Os últimos **5 blocos /8** distribuídos igualmente.
- Sobraram somente os estoques regionais.
- Cada região possui sua gerência de blocos.
- LACNIC esgotou seu estoque IPv4 em 2020

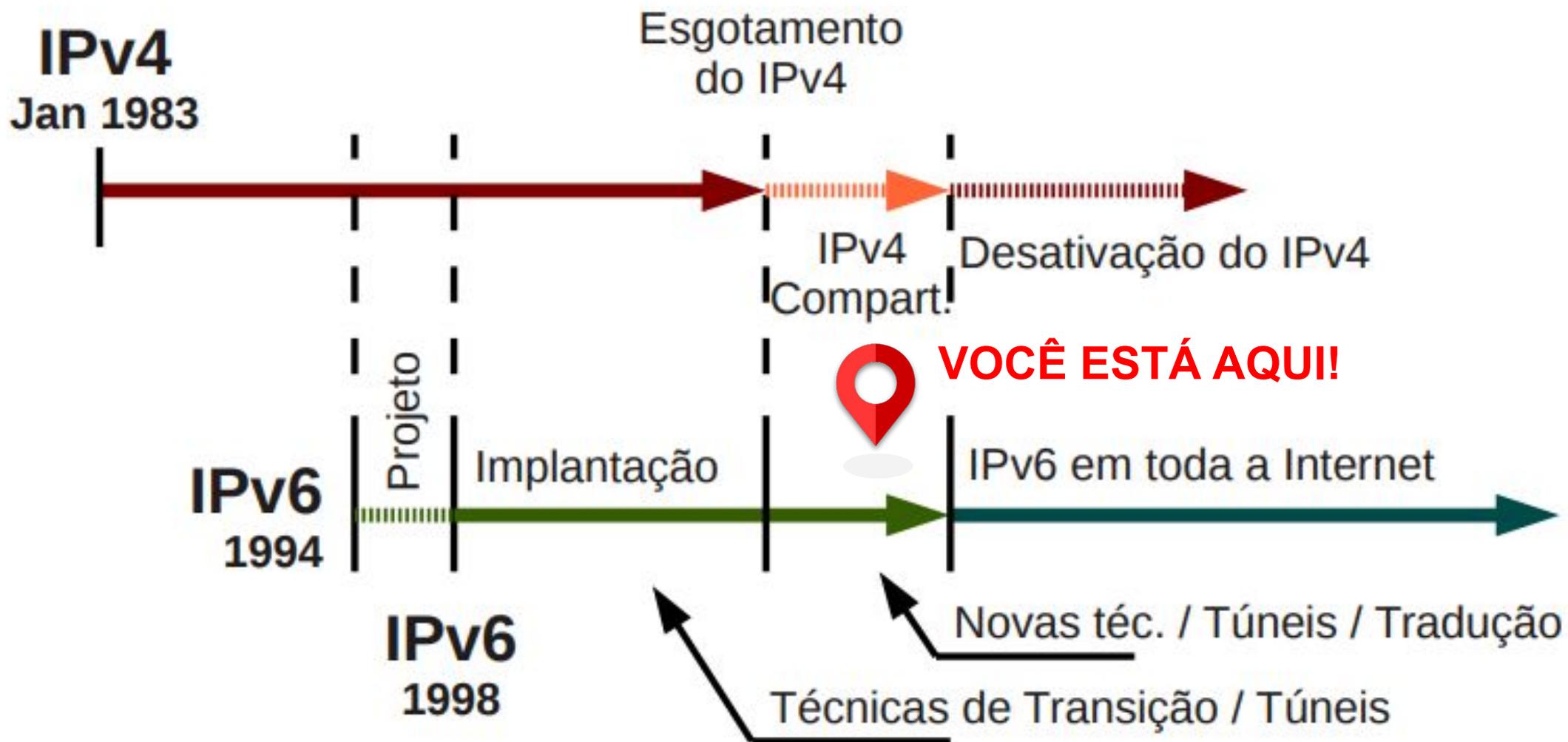
Técnicas de Transição

ceptro.br nic.br egi.br

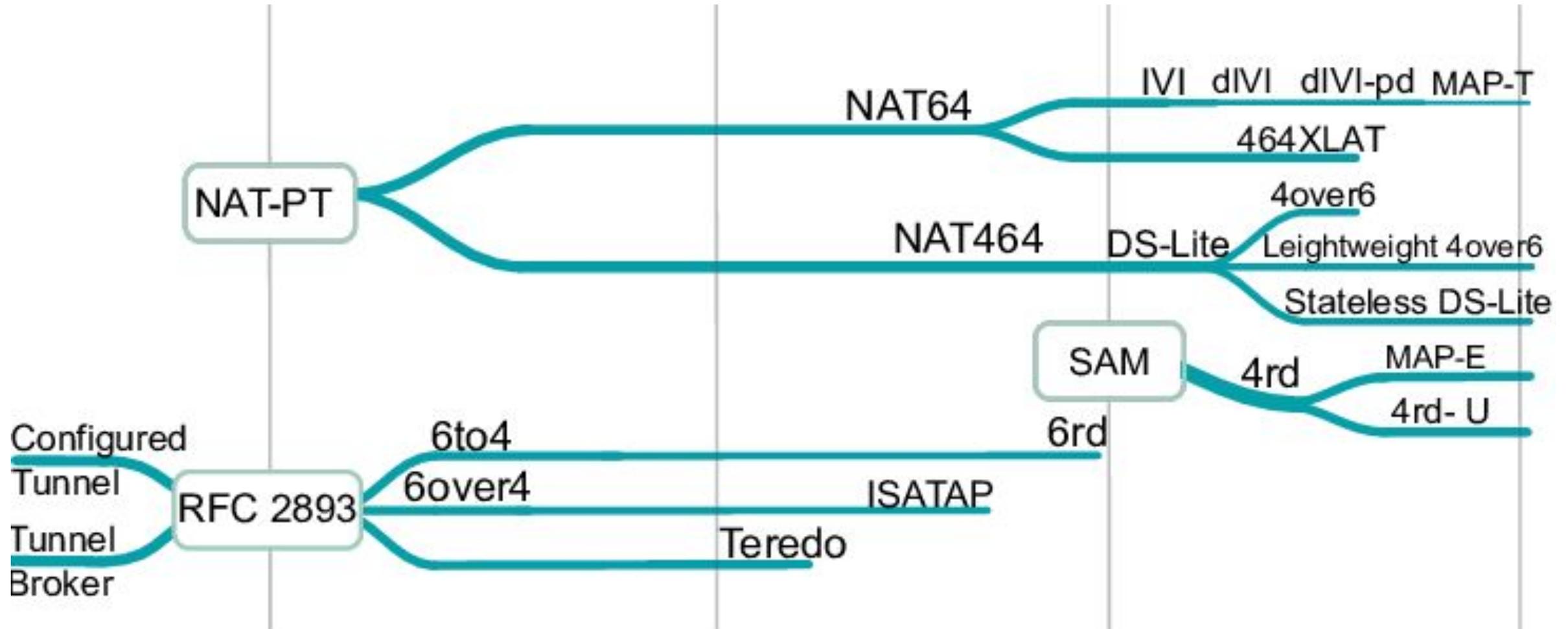
Mundo Ideal



Mundo Real



Técnicas de Transição

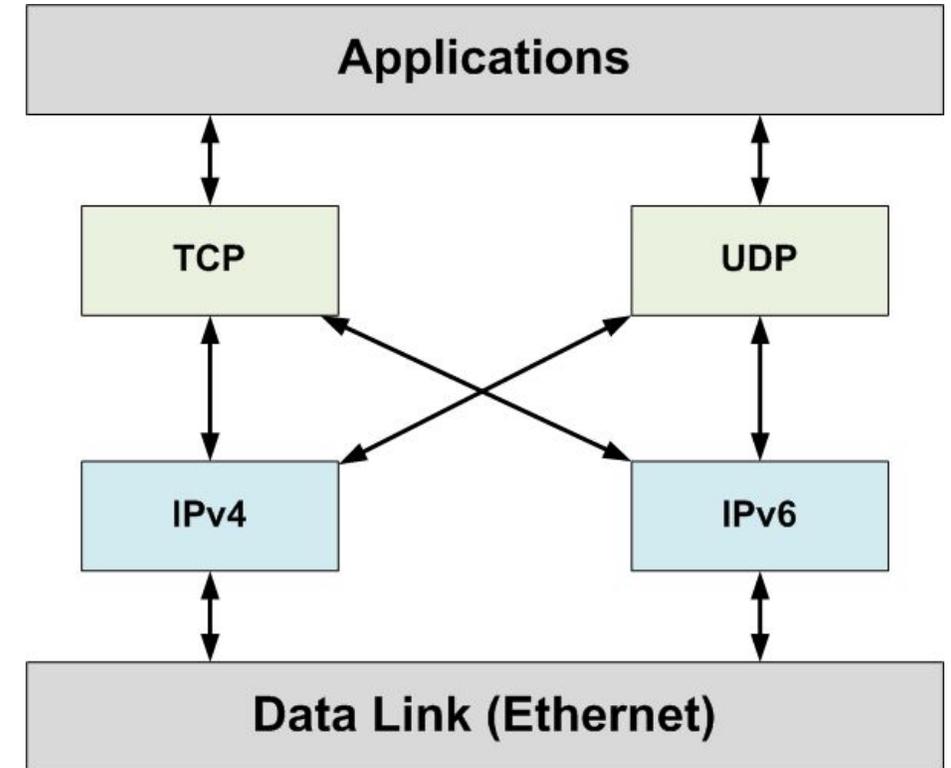


Técnicas de Transição

- Pilha dupla (Dual Stack)
- Tunelamento
- Tradução

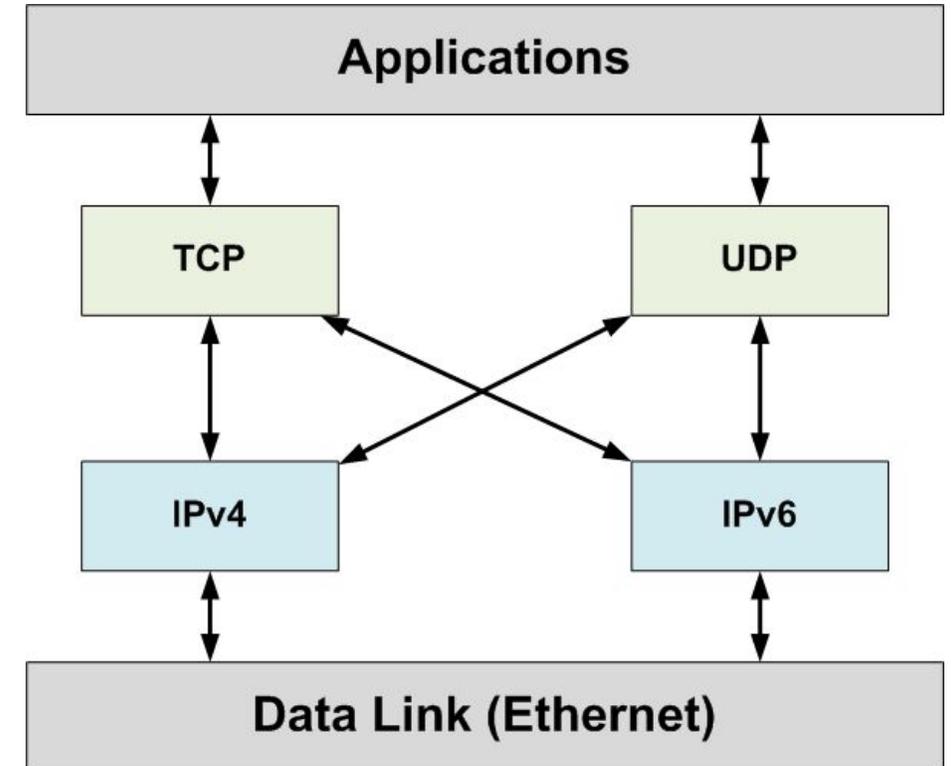
Pilha Dupla (Dual Stack)

- IPv6 + IPv4 em todos os nós
- Se a consulta DNS retorna:
 - **A**: a aplicação usa IPv4
 - **AAAA**: a aplicação usa IPv6
 - **AAAA e A**: a aplicação tenta primeiro o IPv6, se falhar, tenta o IPv4
 - **AAAA e A**: a aplicação com **happy eyeballs** tenta IPv6 e IPv4 simultaneamente, o mais rápido é usado



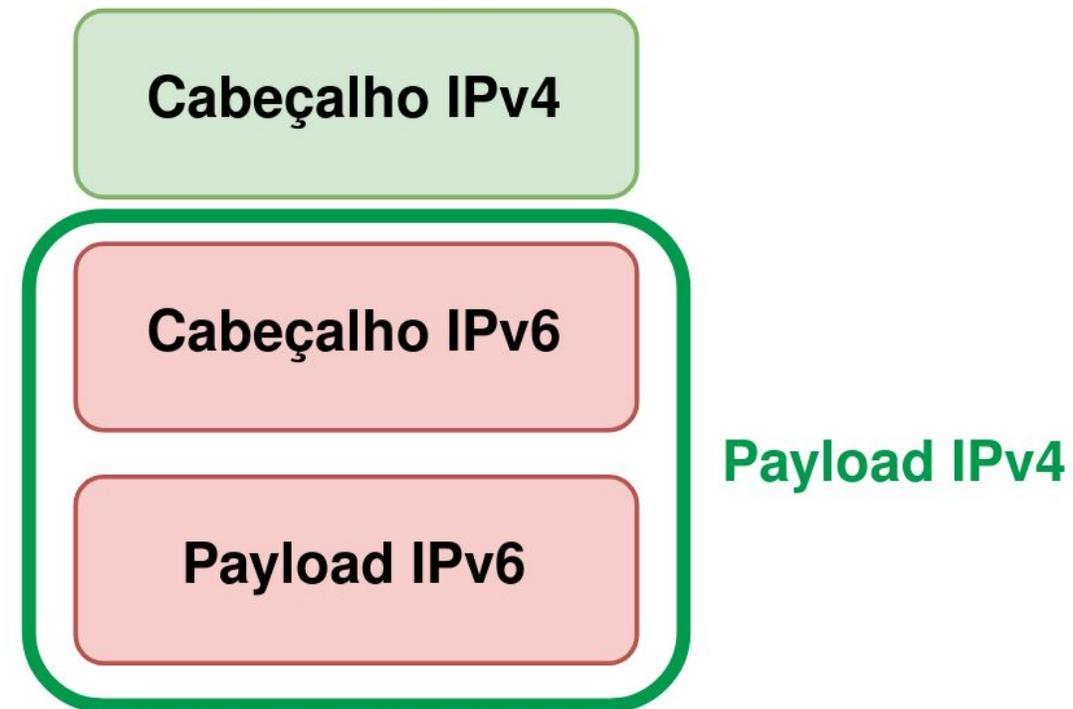
Pilha Dupla (Dual Stack) - Limitações

- **Overhead operacional**
 - Roteamento
 - Firewall
 - DNS
 - ...
- **Equipamentos legados**
- **Esgotamento dos endereços IPv4**
 - Endereços privados (CGNAT/NAT444?)



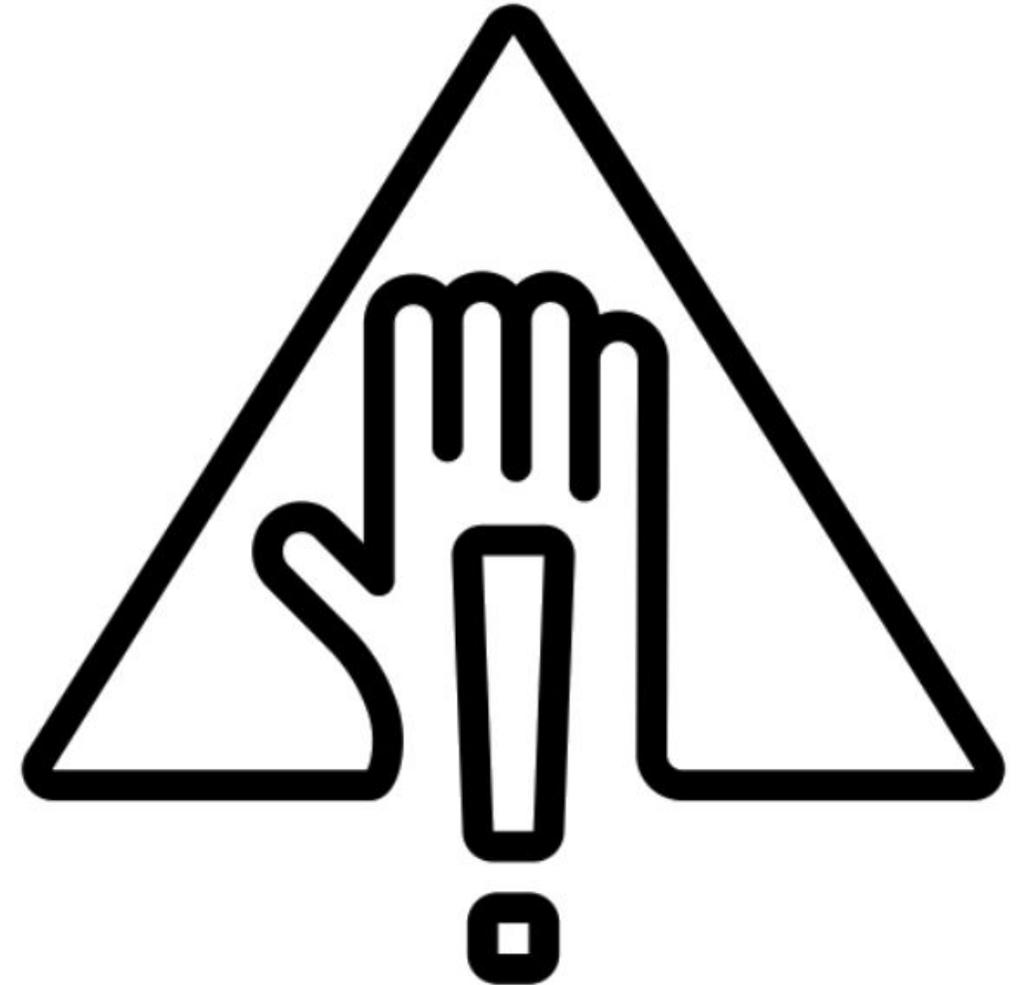
Tunelamento

- Mecanismo para transmitir pacotes IPv6 em uma rede IPv4 (e vice-versa)
- O pacote IPv6 se torna o payload do pacote IPv4, sendo encapsulados no cabeçalho IPv4
- **Mecanismos que usam tunelamento :**
 - 6in4
 - 6to4
 - 6rd
 - Teredo
 - GRE
 - DS-Lite
 - MAP-E

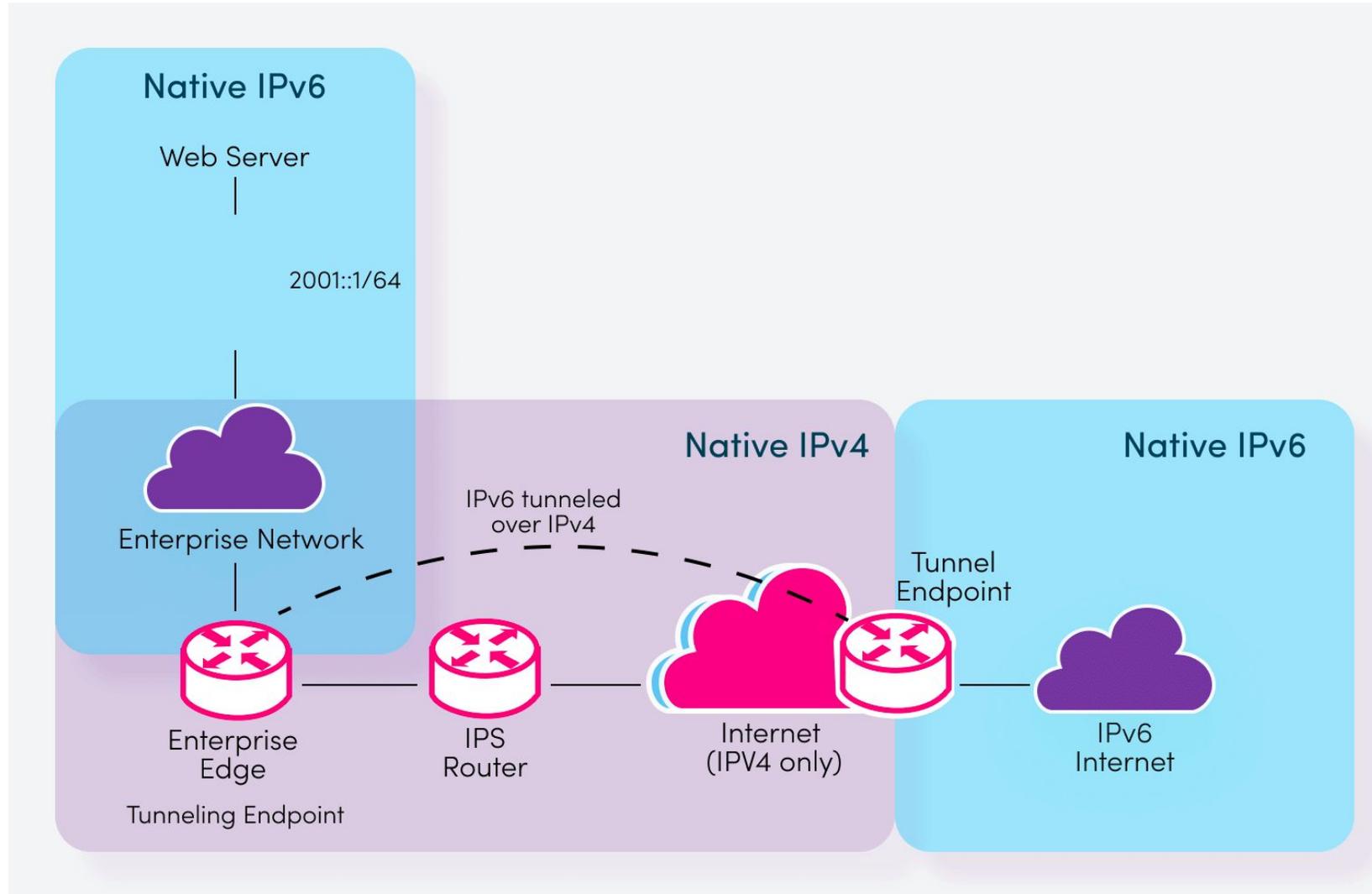


Tunelamento - Limitações

- **Overhead**
 - Sobrecarga de processamento nos dispositivos intermediários
- **Compatibilidade Limitada**
 - Pode não ser suportado por todos os dispositivos de rede ou provedores de serviços
- **Segurança**
 - Podem introduzir novos pontos de vulnerabilidade na rede
- **Gerenciamento de Tráfego**
 - O monitoramento e o gerenciamento do tráfego em túneis IPv6 podem ser mais complexos do que em redes IPv4 ou IPv6 nativas

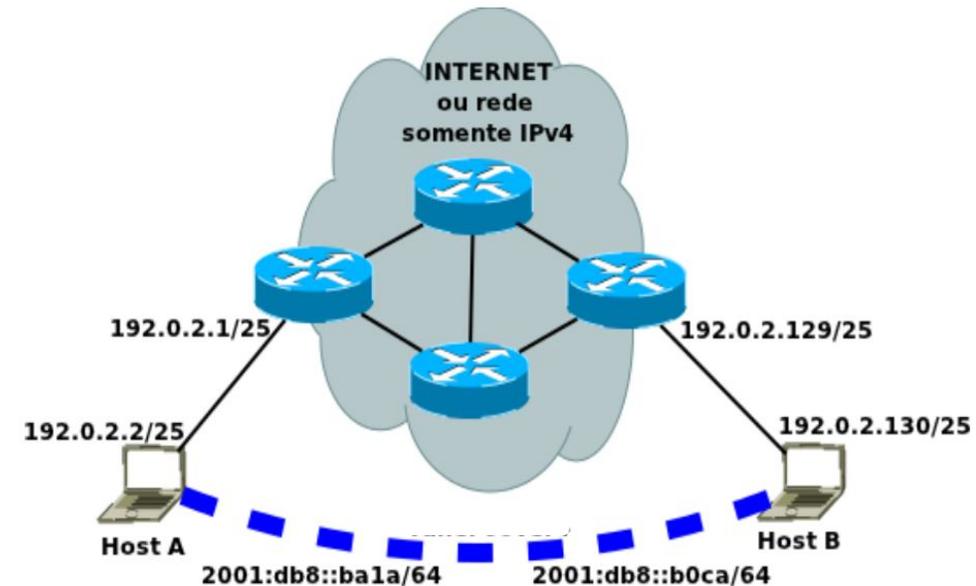


Tunelamento

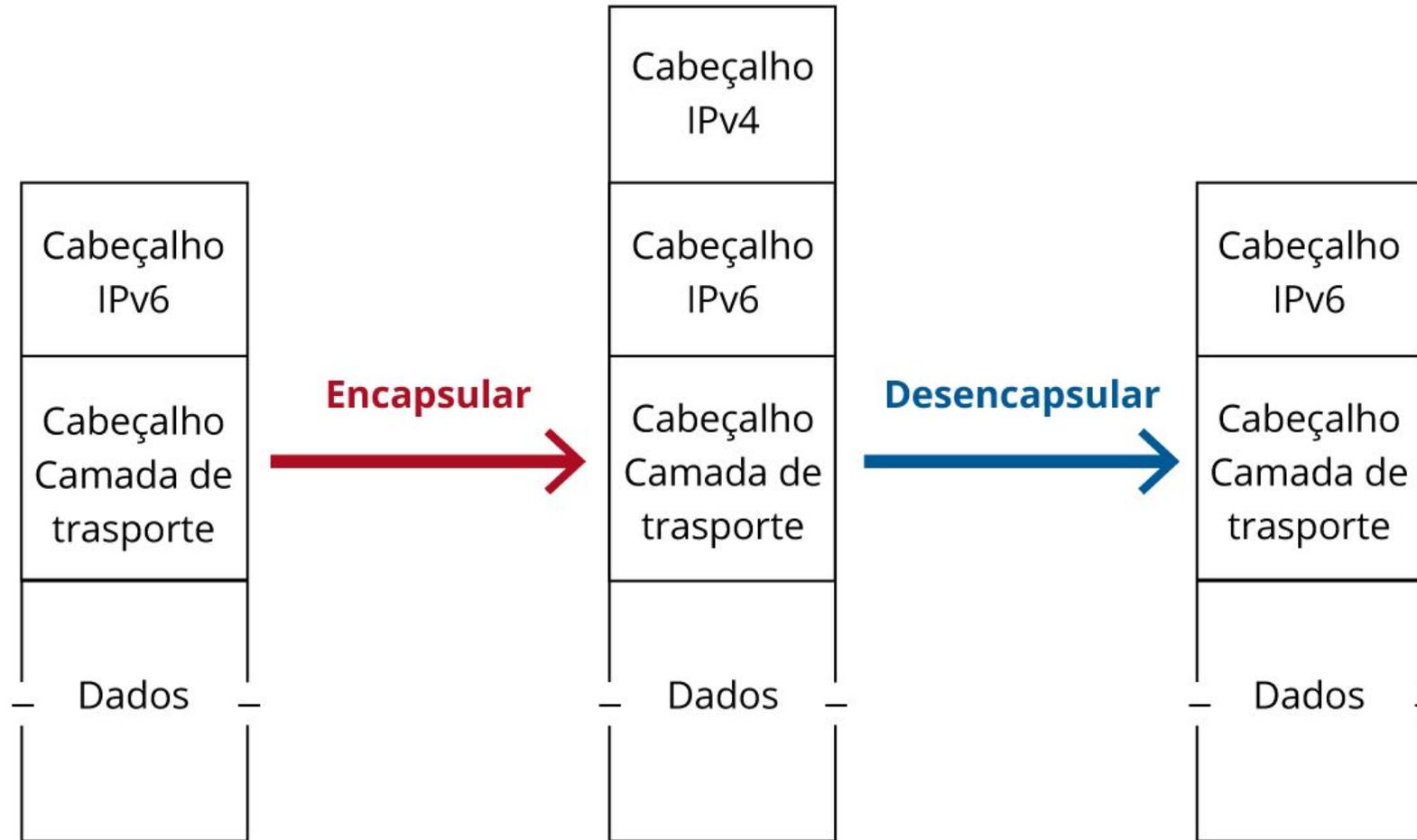


Tunelamento - 6in4

- Os pacotes IPv6 são encapsulados dentro de pacotes IPv4
- O cabeçalho IPv6 é incluído como carga útil (payload) do cabeçalho IPv4.
- Um túnel 6in4 é estabelecido entre dois pontos de terminação para rotear o tráfego IPv6 através de uma rede IPv4.

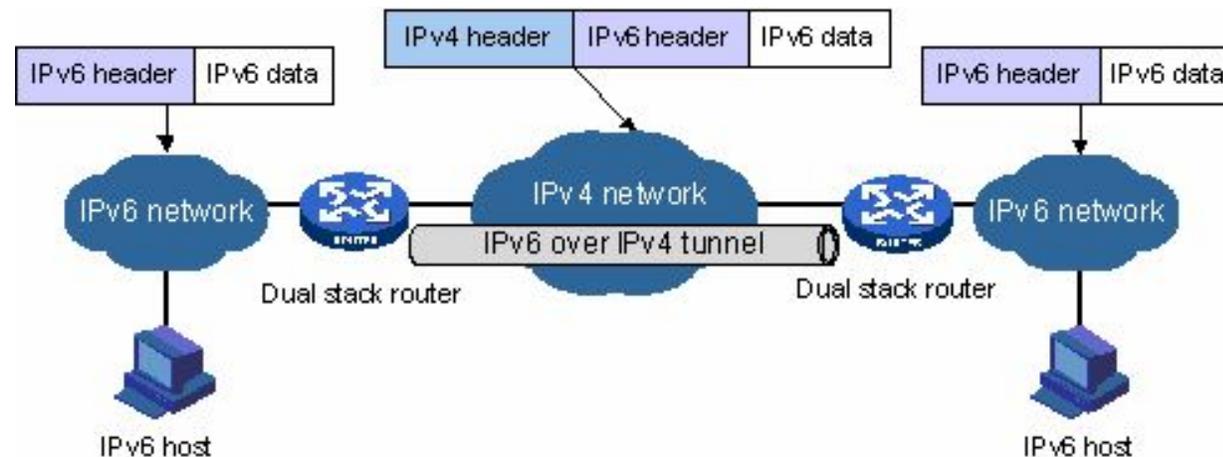


Tunelamento - Exemplo 6in4



Tunelamento - GRE

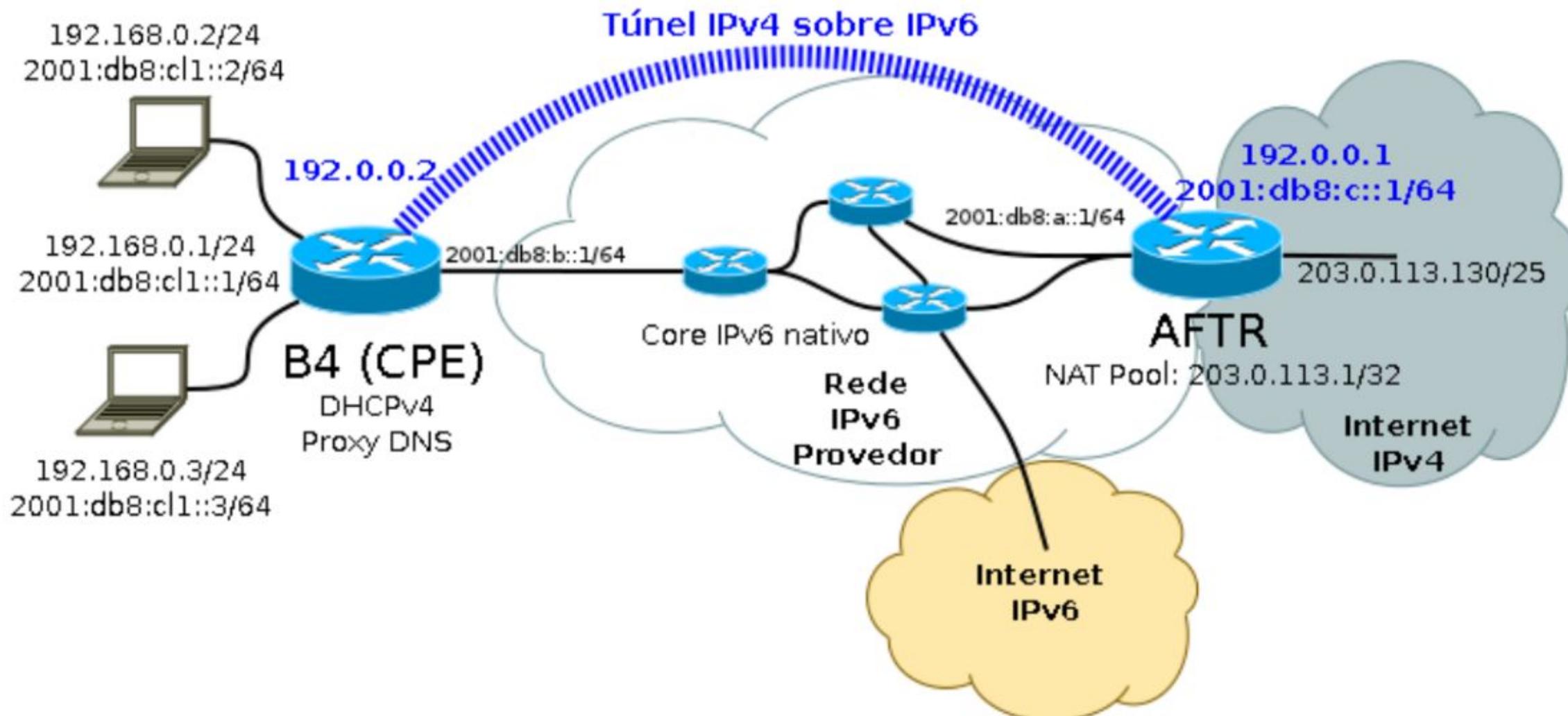
- Técnica de encapsulamento genérica
 - RFC 2784
 - Pode ser usada para transportar diversos protocolos, inclusive IPv6 e IPv4.
- Configuração manual



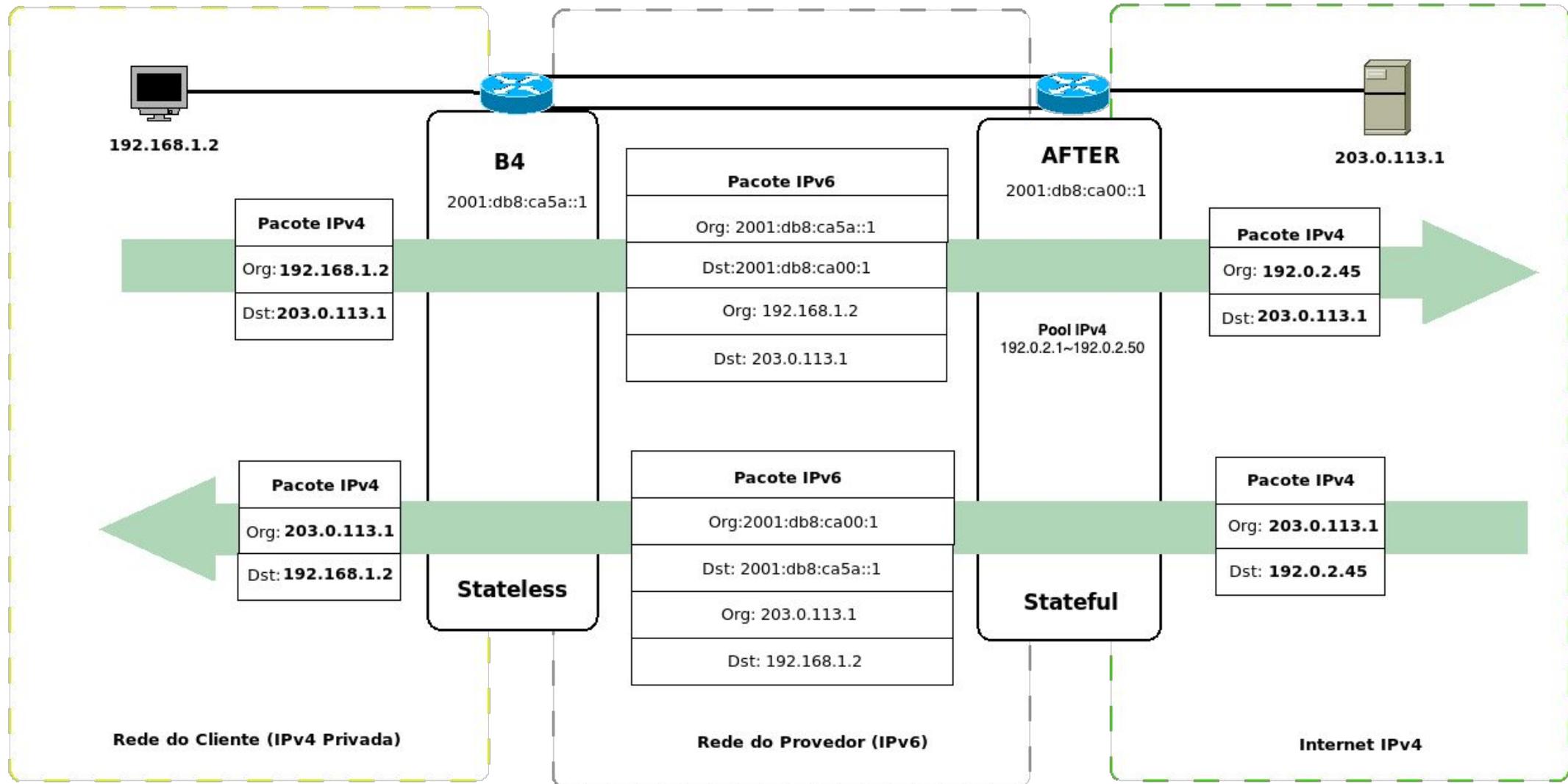
DS-Lite

- RFC 6333
- ISP Forthnet (Grécia, 2013)
- **B4 (CPE) :**
 - Tunelamento stateless
 - DHCPv4
 - Para atribuição dos endereços v4 aos hosts RFC 1918
 - Proxy DNS
 - Faz as consultas via IPv6, evitando a tradução
 - **Bloco reservado:** 192.0.0.0/29
- **AFTR :**
 - Tunelamento Stateless + Tradução Stateful (**NAPT**)

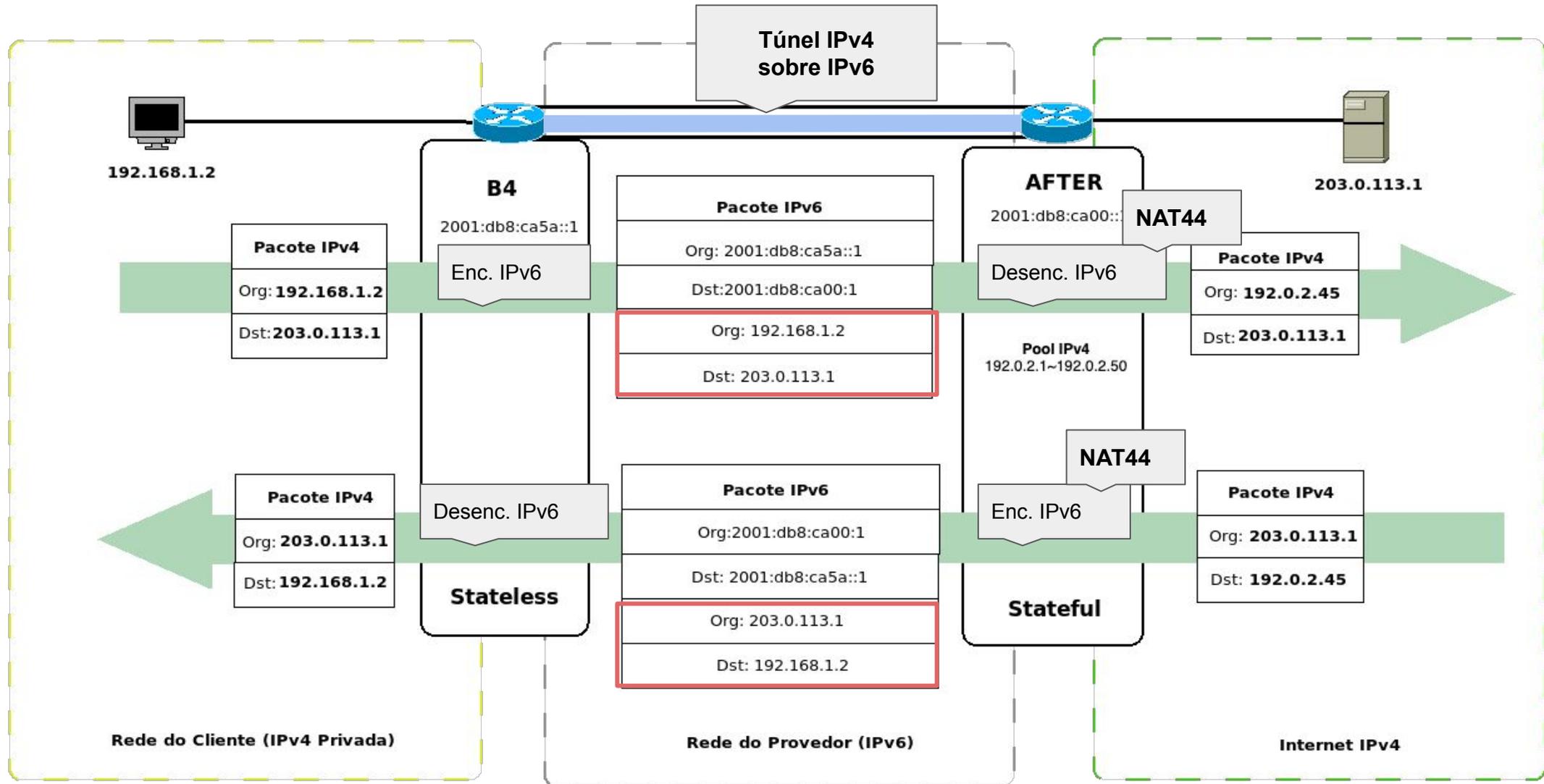
DS-Lite



DS-Lite



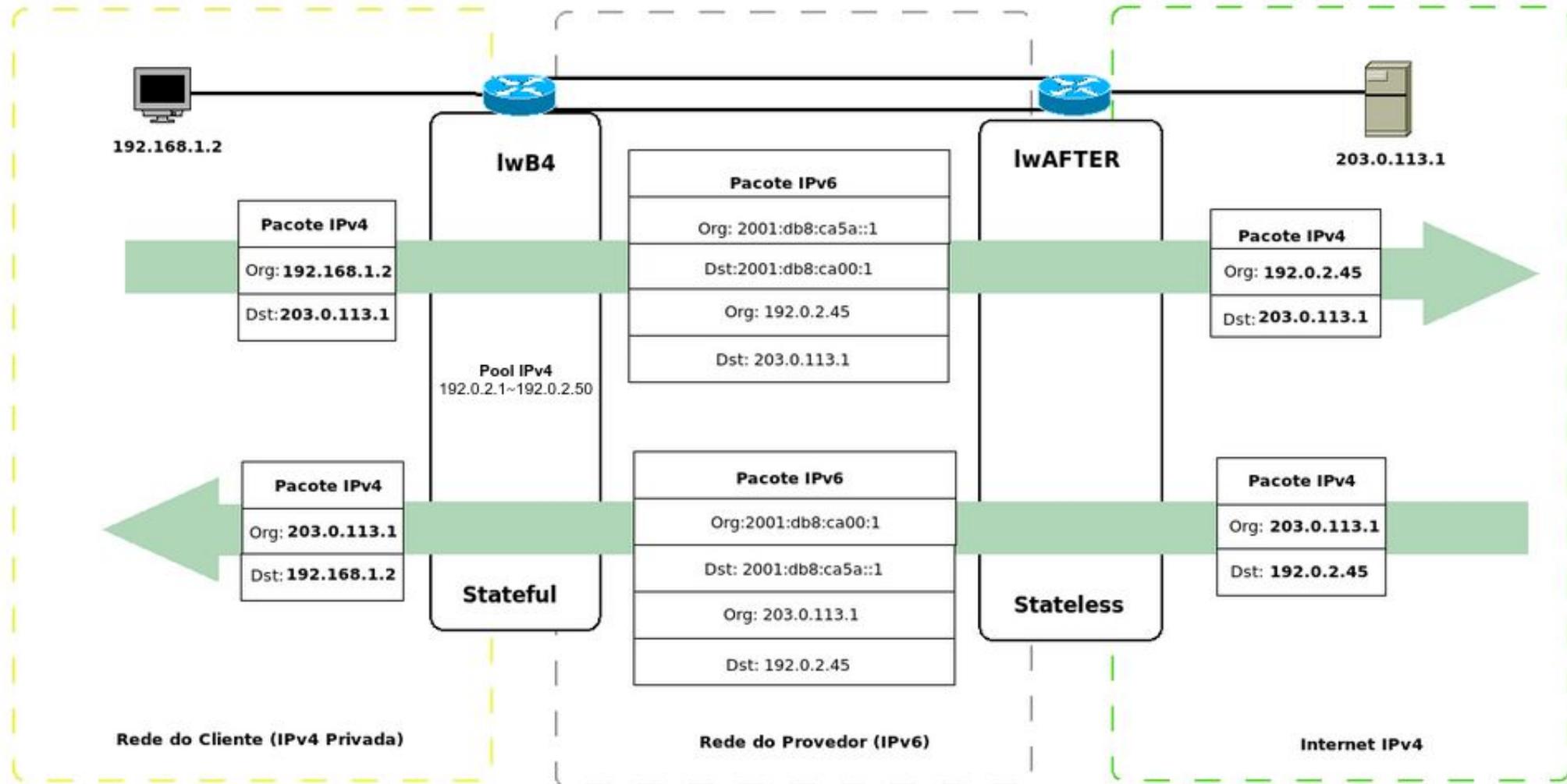
DS-Lite



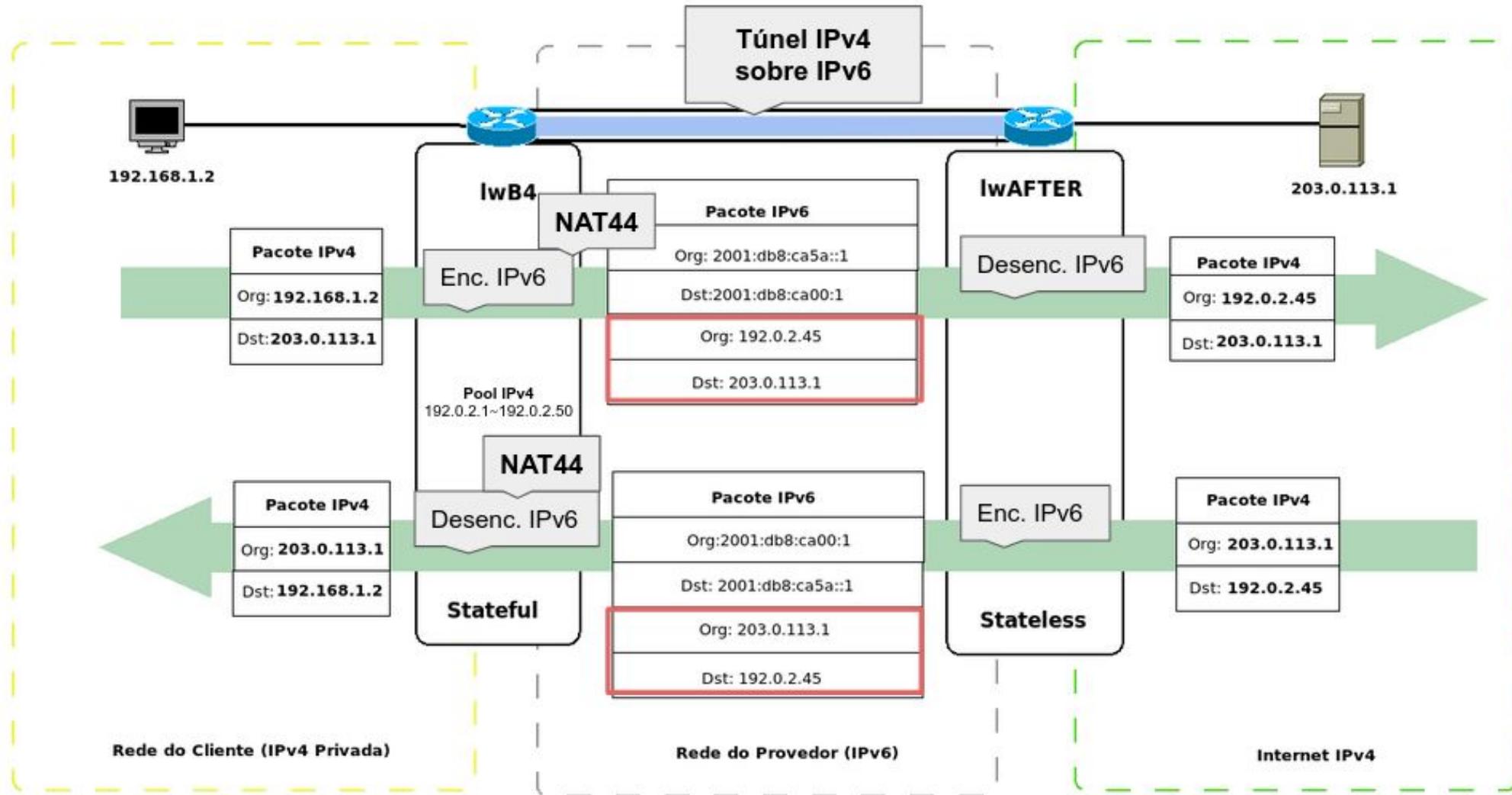
Lw4o6

- **Lightweight 4over6**
- ISP OTE Group (Grécia, 2018)
- Baseado no DS-Lite
 - Descentralizar
- **IwB4**
 - Tradução Statefull + Tunelamento Stateless
- **IwAFTR**
 - Tunelamento Stateless

Lw4o6

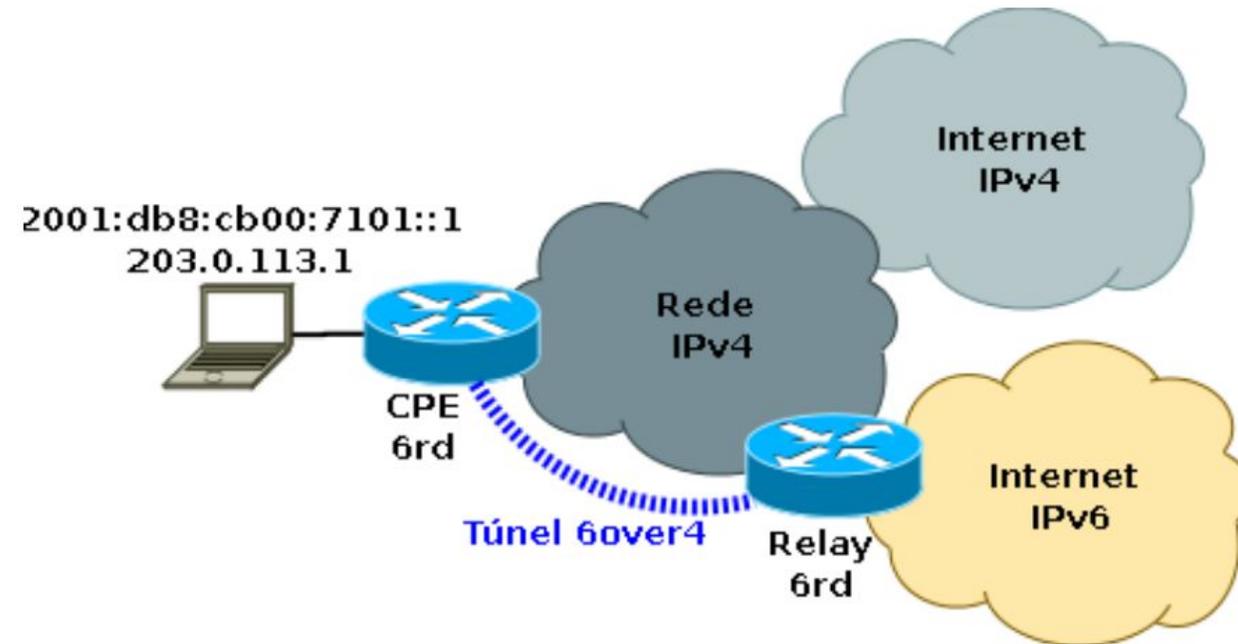


Lw4o6



Tunelamento - 6rd

- IPv6 **Rapid Deployment**
- Técnica para facilitar a implantação do IPv6 entre o provedor e o usuário, sobre uma rede já existente IPv4
- Baseado no **6to4**
- Útil para provedores que administram remotamente o **CPE**

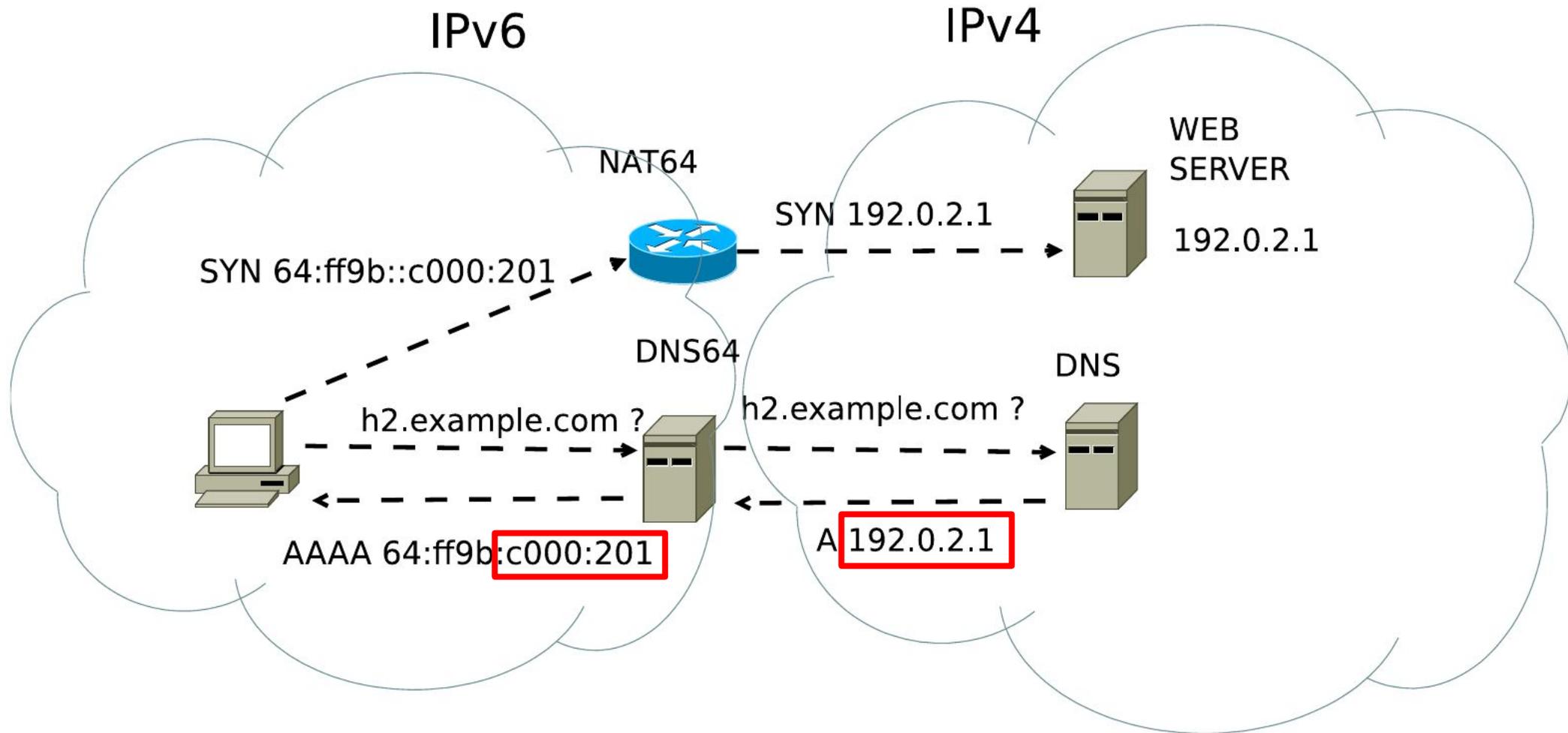


Tradução

- Mecanismo para traduzir pacotes IPv6 em pacotes IPv4 equivalentes (e vice-versa)
- Empregam técnicas como tradução de endereços, mapeamento de portas e gerenciamento de estado
- **Principais mecanismos que usam tradução:**
 - NAT64
 - SIIT/SIIT-DC
 - MAP-T

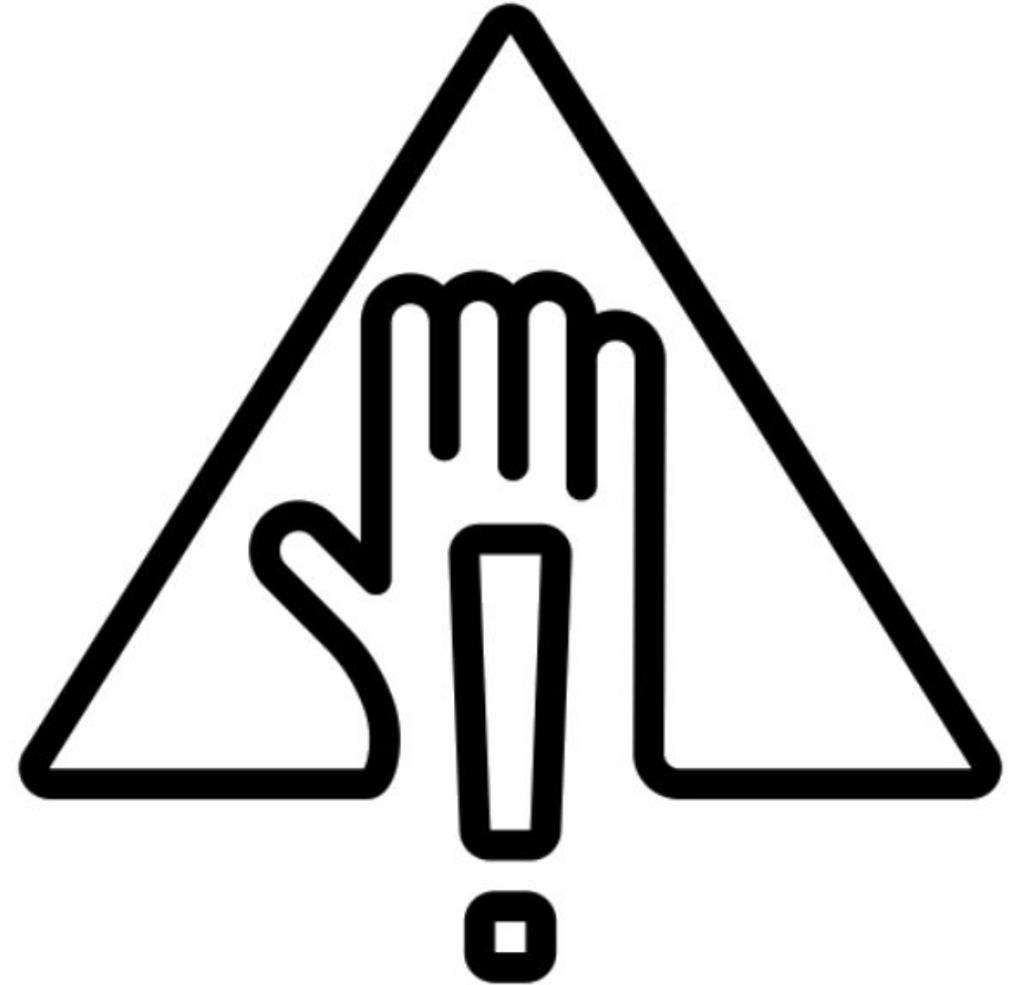
192.0.2.1
=
c000:0201

Tradução



Tradução - Limitações

- **Complexidade**
 - Gerenciar e solucionar problemas dos mecanismos de tradução pode se tornar desafiador
- **Desempenho**
 - Aumento de latência e sobrecarga no processamento de pacotes
- **Dependência do IPv4 Legado**
 - Alguns mecanismos de tradução (como NAT64) dependem de um pool limitado de endereços IPv4 para tradução.

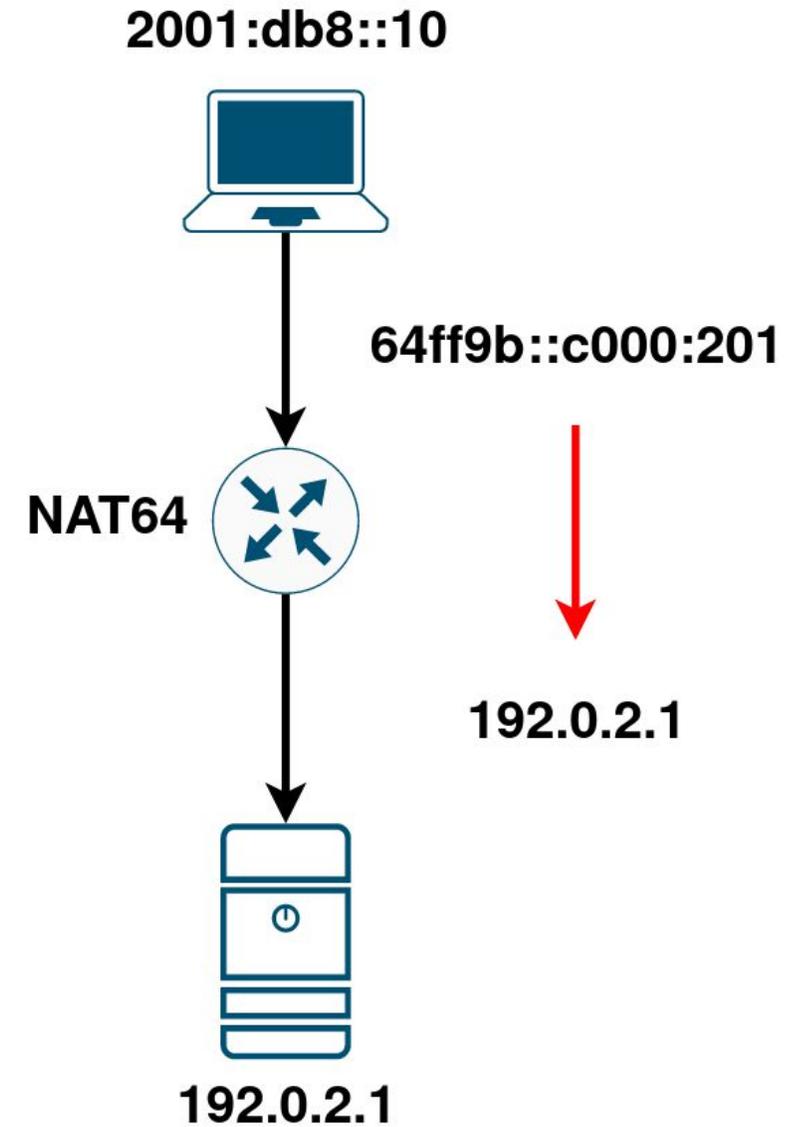


NAT64

ceptro.br nic.br egi.br

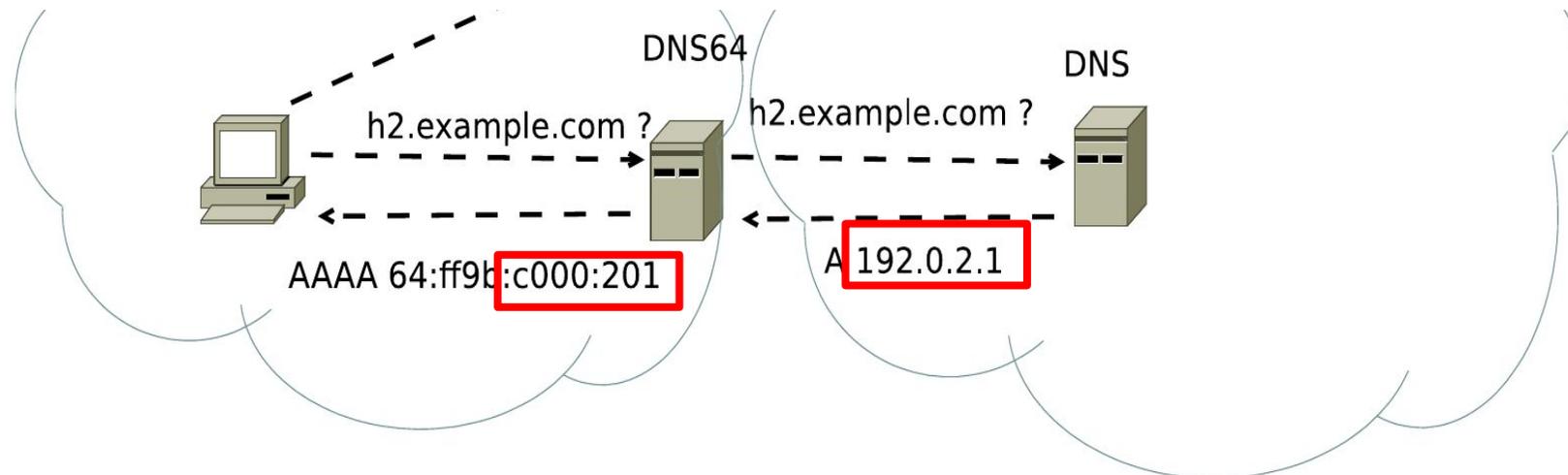
NAT64

- Definido na **RFC 6146**
- Tradução **stateful** de pacotes **IPv6** em **IPv4**
- Prefixo bem conhecido:
 - **64:ff9b::/96**
- Computadores trabalham **apenas com IPv6**
- Alguns **softwares**, não **preparados** ainda para o **IPv6**, podem não funcionar
- Algumas aplicações, que carregam **IPs em sua forma literal** no protocolo, na camada de aplicação, não funcionarão.
 - Ex.: FTP em modo ativo, SIP



DNS64

- Técnica **auxiliar** ao **NAT64**
 - RFC 6147
- Funciona como um **DNS Recursivo**, para os hosts, mas:
- Se não **há** resposta **AAAA**, converte a resposta **A** em uma resposta **AAAA**, convertendo o endereço usando a mesma regra (e prefixo) do **NAT64**



Laboratório 1 - NAT64 Stateful

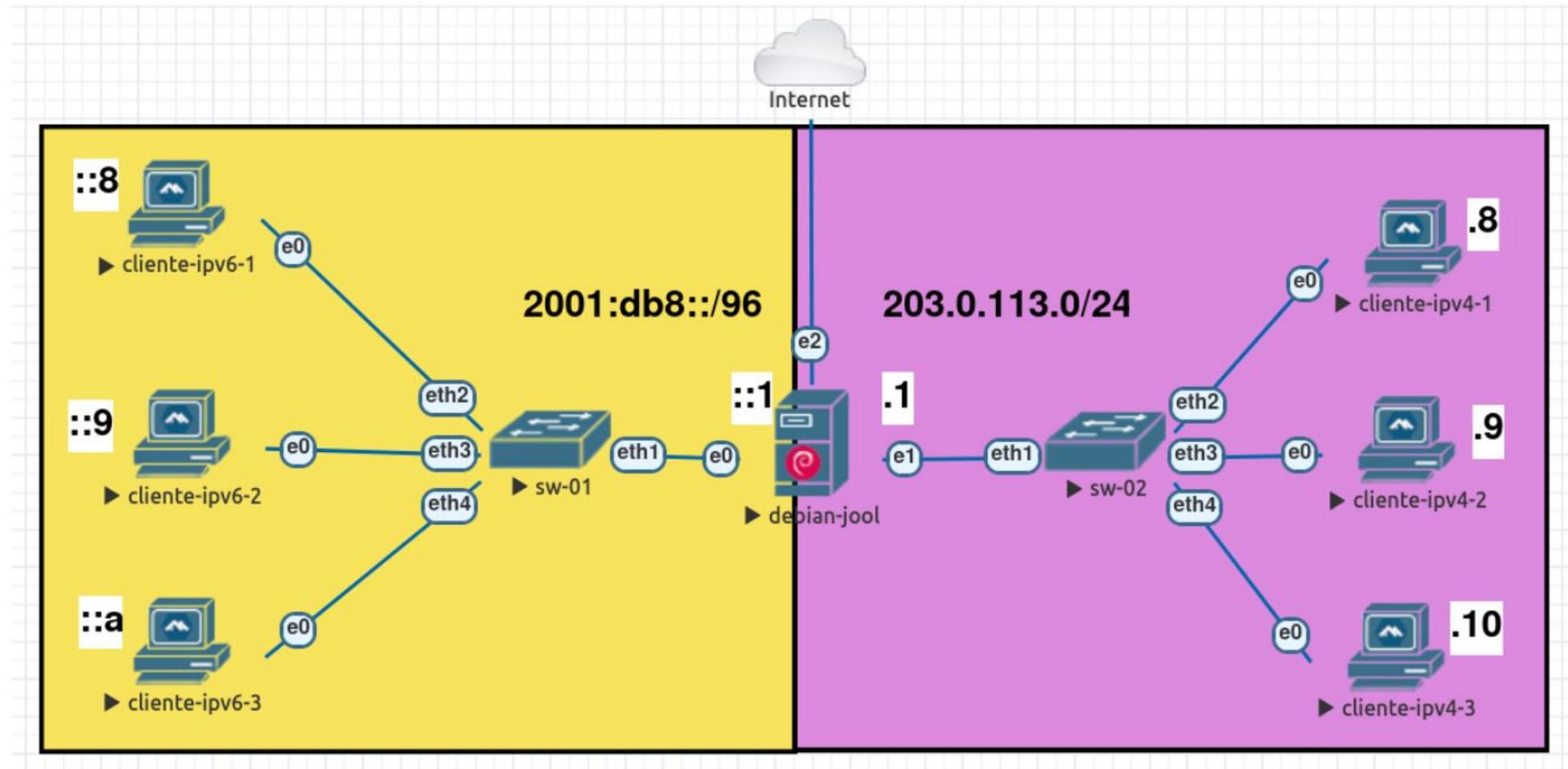


Fig. 1: Topologia NAT64 Stateful

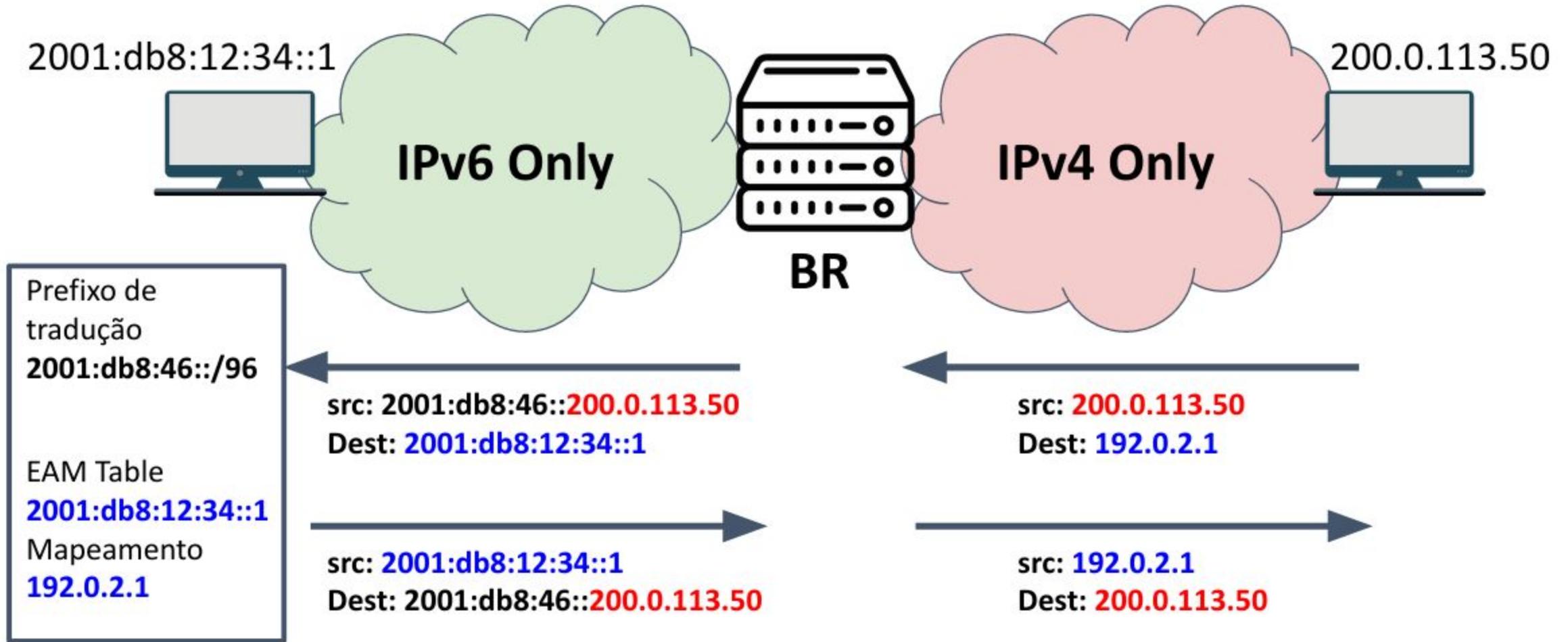
SIIT-DC

ceptro.br nic.br egi.br

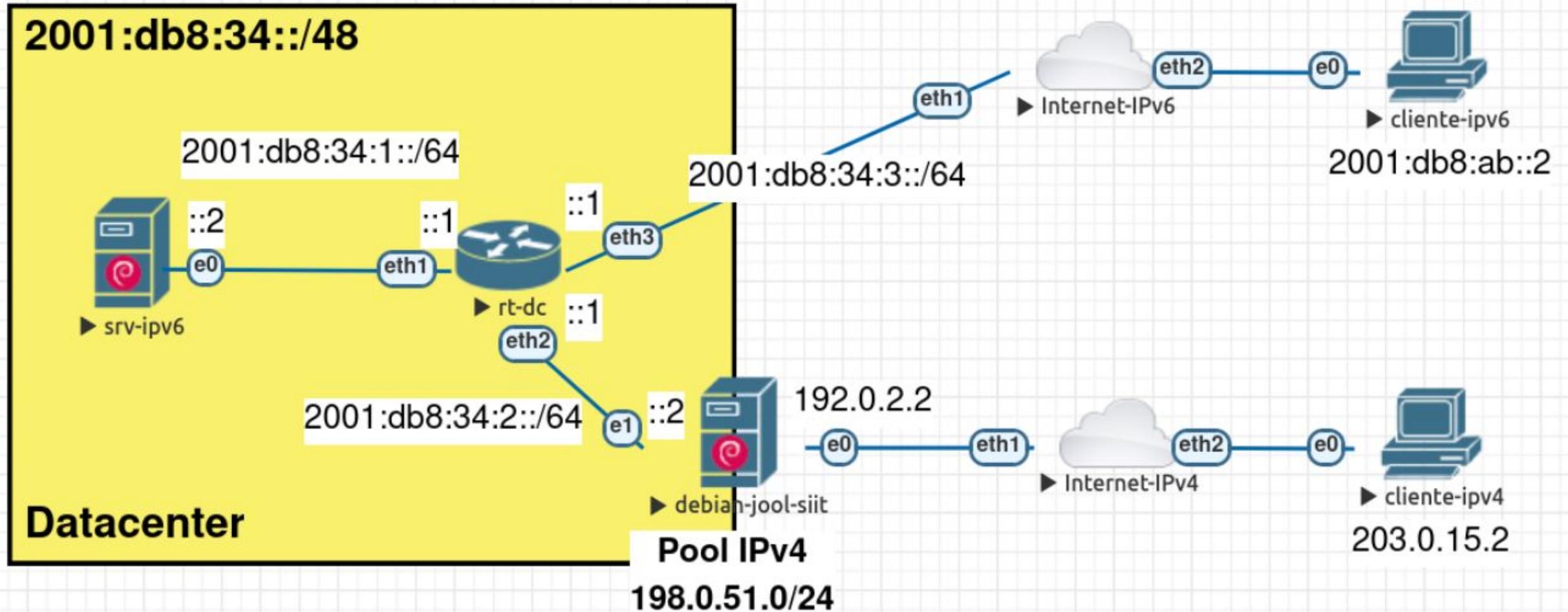
SIIT / SIIT-DC

- Os casos anteriores resolvem os problemas de conexões **saintes**
- **Mas e no caso de conexões entrantes?**
- Podemos fazer um mapeamento **1 IPv4 : 1 IPv6**
 - Publicar os registros A e AAAA
- SIIT (Stateless IP/ICMP Translation)
 - SIIT-DC para Datacenter
 - É uma melhora do SIIT tradicional
 - Uso otimizado do IPv4 - EAM

SIIT-DC



Laboratório 2 - SIIT-DC



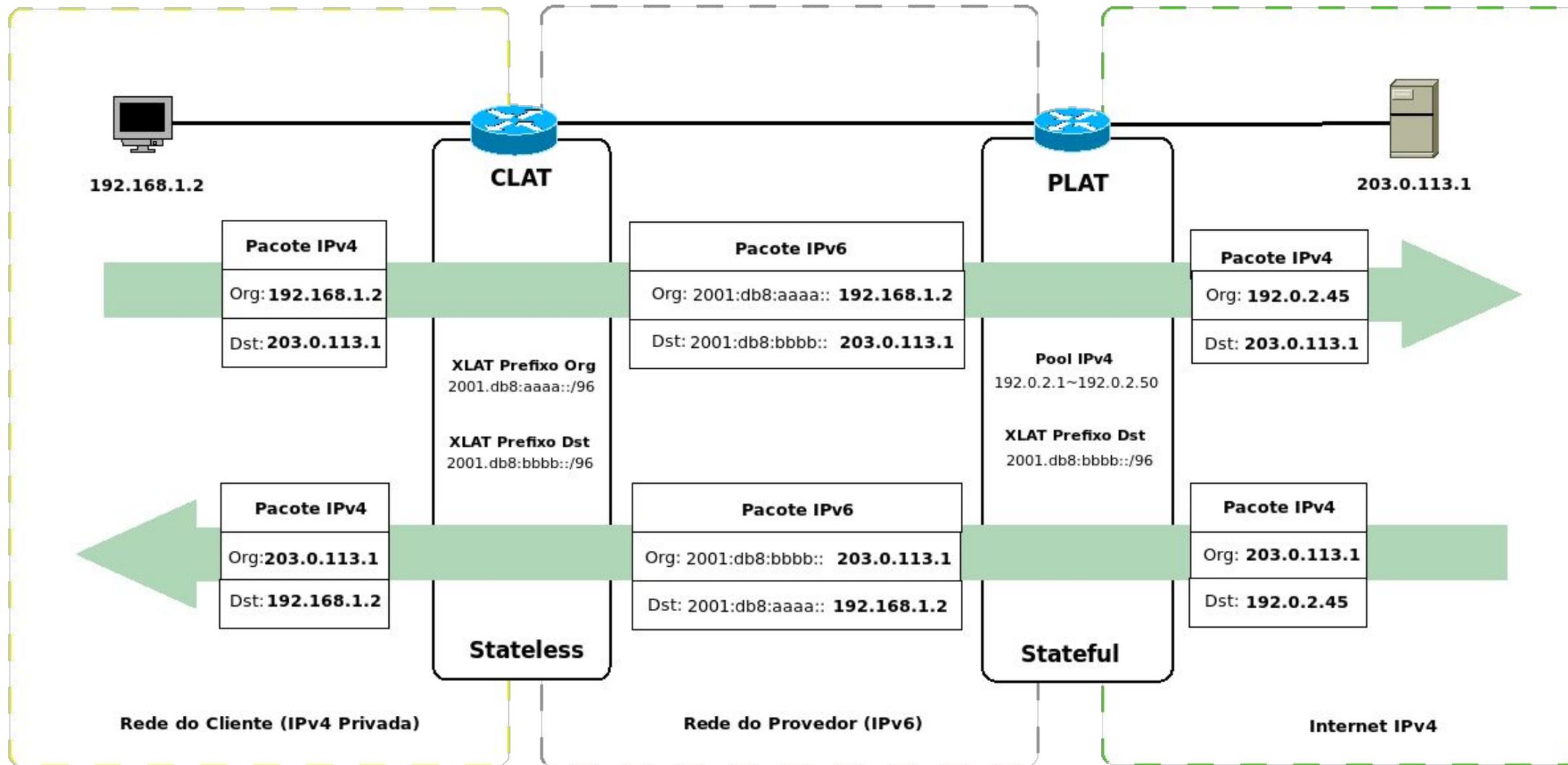
464XLAT

ceptro.br nic.br egi.br

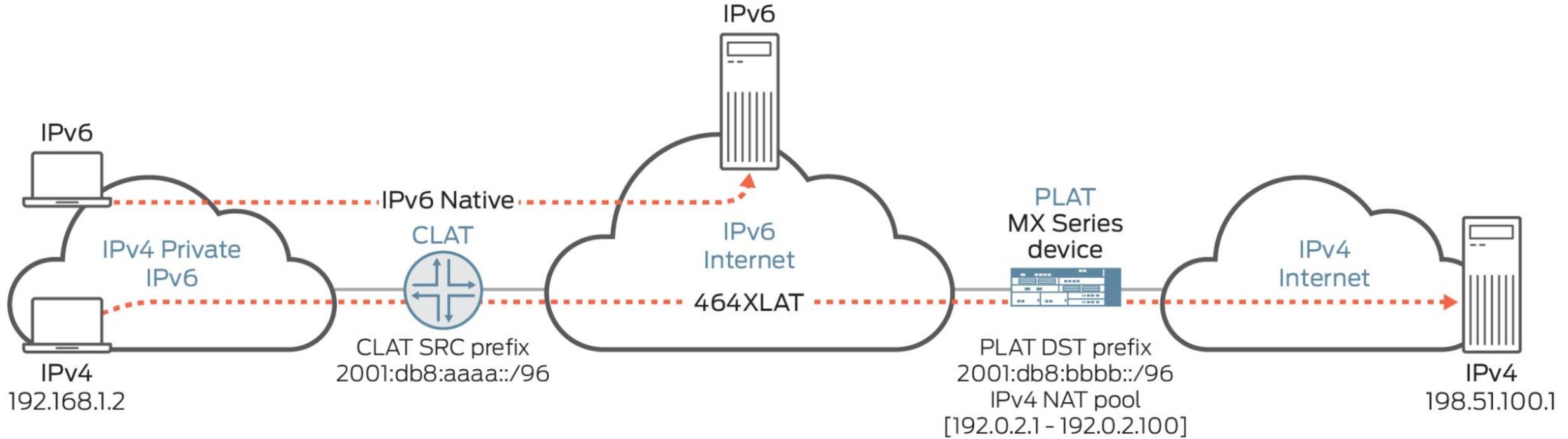
464XLAT

- RFC 6877
- T-mobile, JPIX (como teste)
- Redes mobile
 - CLAT nativo (Android 4.3+, Windows Phone 10)
 - Aproveitamento do IPv4
- Pode ser implantada em larga escala em pouco tempo
- Duas Partes
 - CLAT
 - PLAT

464XLAT



464XLAT



IPv4 SRC
192.168.1.2
IPv4 DST
192.51.100.1

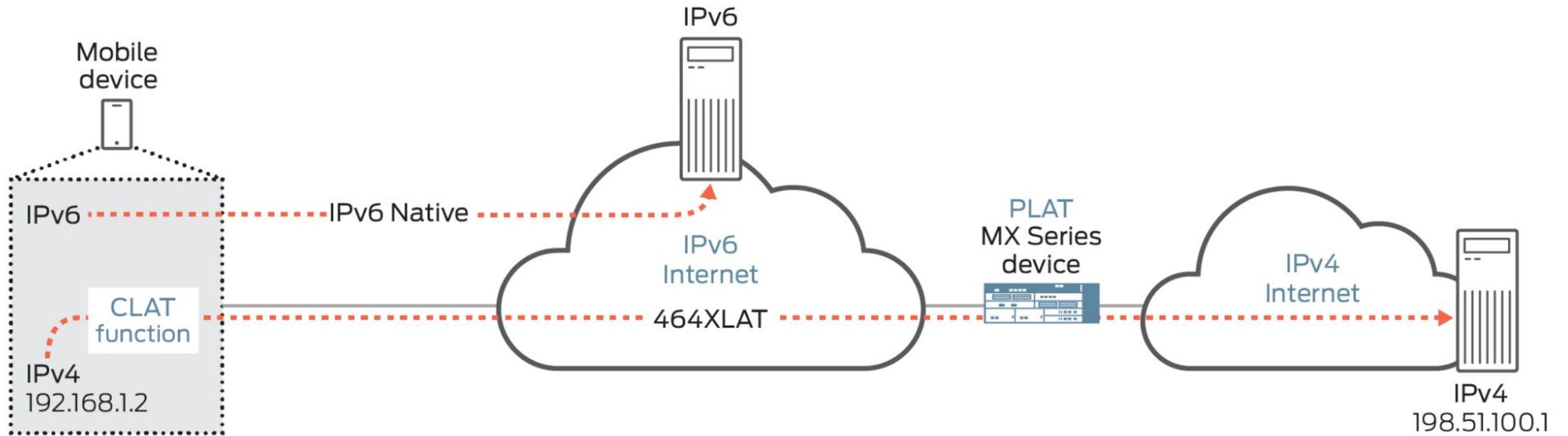
CLAT
translation

IPv6 SRC
2001:db8:aaaa::192.168.1.2
IPv6 DST
2001:db8:bbbb::198.51.100.1

PLAT
translation

IPv4 SRC
192.0.2.1
IPv4 DST
192.51.100.1

464XLAT



g043572

464XLAT - Implementações

- T-Mobile US
- Android (\geq Jellybeans [4.3])
- Windows 10 e 11
- macOS (\geq Ventura [2022])
- iOS (\geq 12.0 [2018])
- clatd (para Linux)
- OpenWRT
- FreeBSD (\geq 12.1)

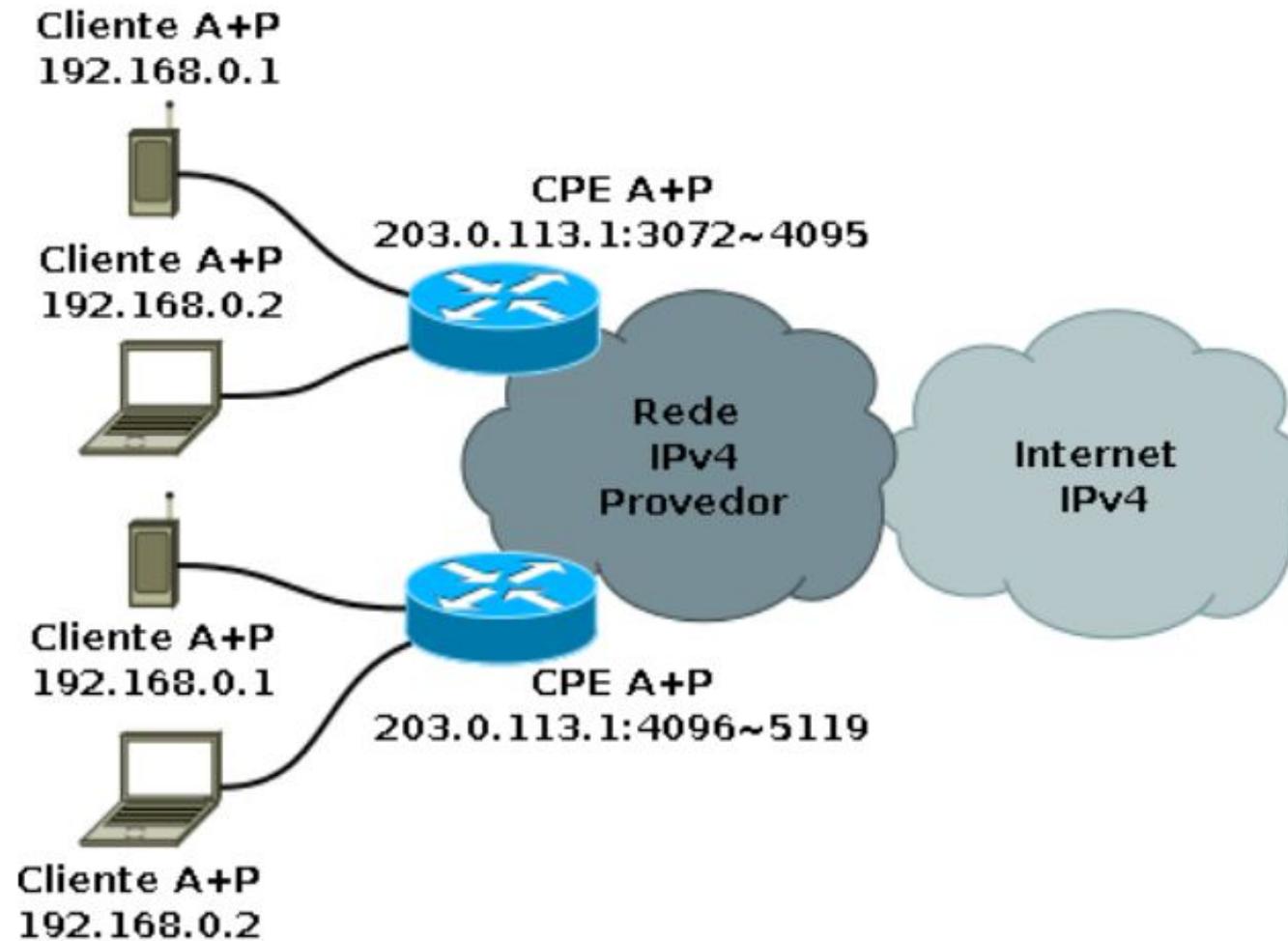
Outras Técnicas

ceptro.br nic.br egi.br

A+P - Address plus Port

- RFC 6346
- Não é uma técnica de transição para IPv6, mas uma forma de preservar os endereços IPv4
- Pode ser usada em conjunto com a implantação nativa do IPv6
- Compartilhar o mesmo IPv4 para diversos usuários, restringindo as faixas de portas que cada um deles pode usar
- Menos nocivo à arquitetura da Internet do que o NAT

A+P - Address plus Port



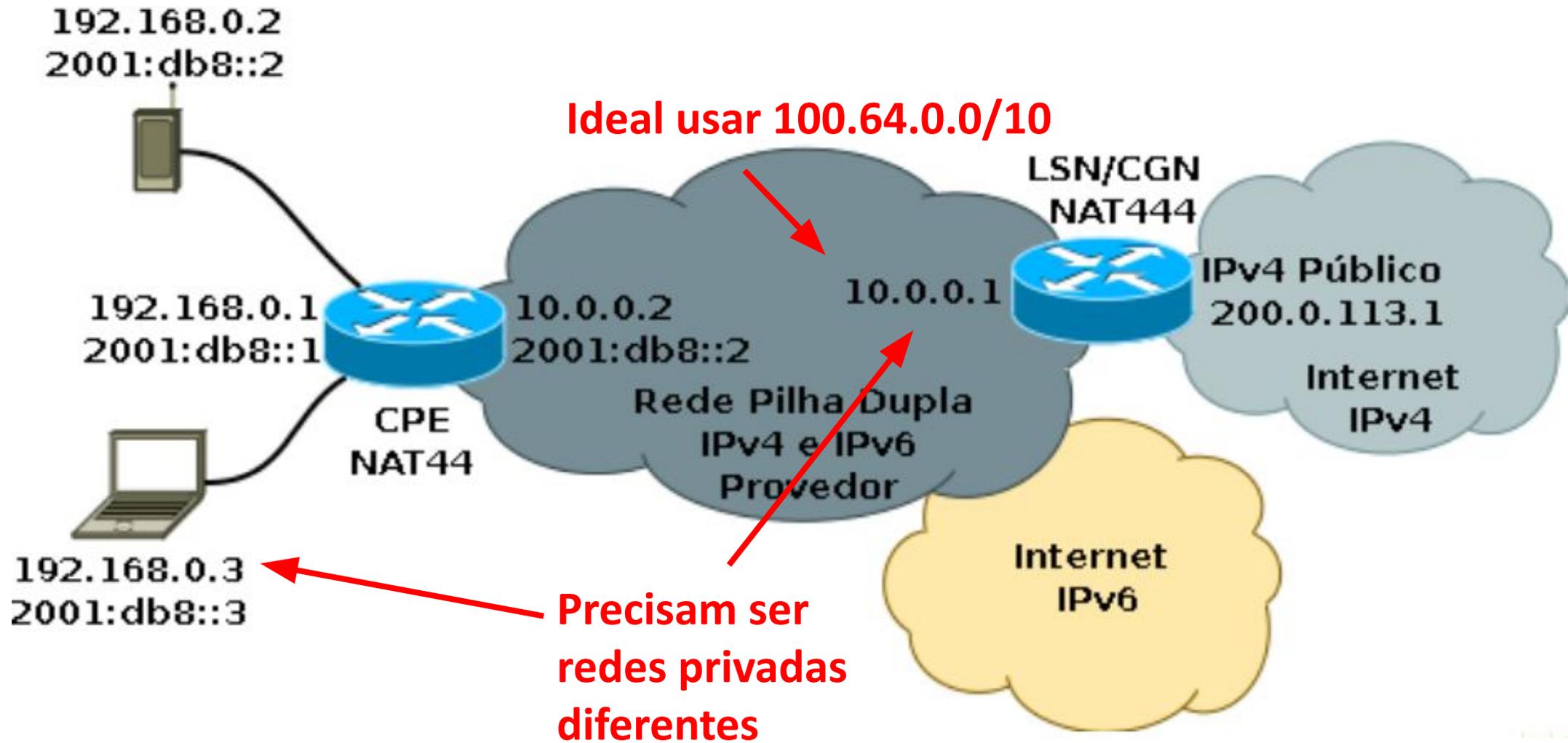
Tunelamento e Tradução - MAP

- Mapping of Address and Port (Cisco)
- Combina características de endereçamento de porta do **A+P** e tunelamento
- Dois tipos
 - **MAP-E:** baseado no encapsulamento IPv4 sobre IPv6 e mapeamento de portas
 - **MAP-T:** baseado na tradução de endereços e porta de IPv4 para IPv6

NAT 444

- Endereço para uso definido na **RFC 6598**
 - **100.64.0.0/10**
- Não é uma técnica de transição para IPv6, mas uma forma de preservar os endereços IPv4
- Recomenda-se a utilização com IPv6
- Utilização de **dois NATs**, um no **provedor**, outro no **usuário**
 - Quebra a conectividade fim a fim
 - Diversos problemas com aplicações

NAT 444

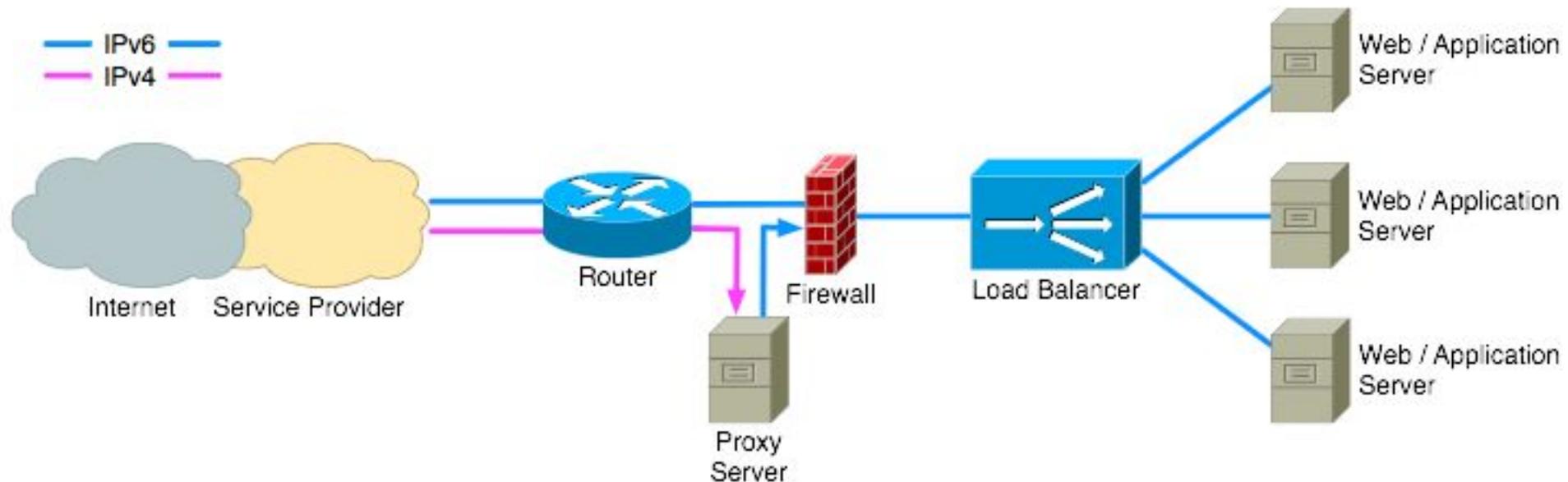


Proxy Reverso

ceptro.br nic.br egi.br

Proxy Reverso

- **Intermediários** entre **clientes da Internet** e a rede **Interna** da Organização
- Funciona no **sentido inverso** a um Proxy “convencional”
- Manter uma **rede interna apenas IPv6** e fornecer **conectividade** para **usuários IPv4**



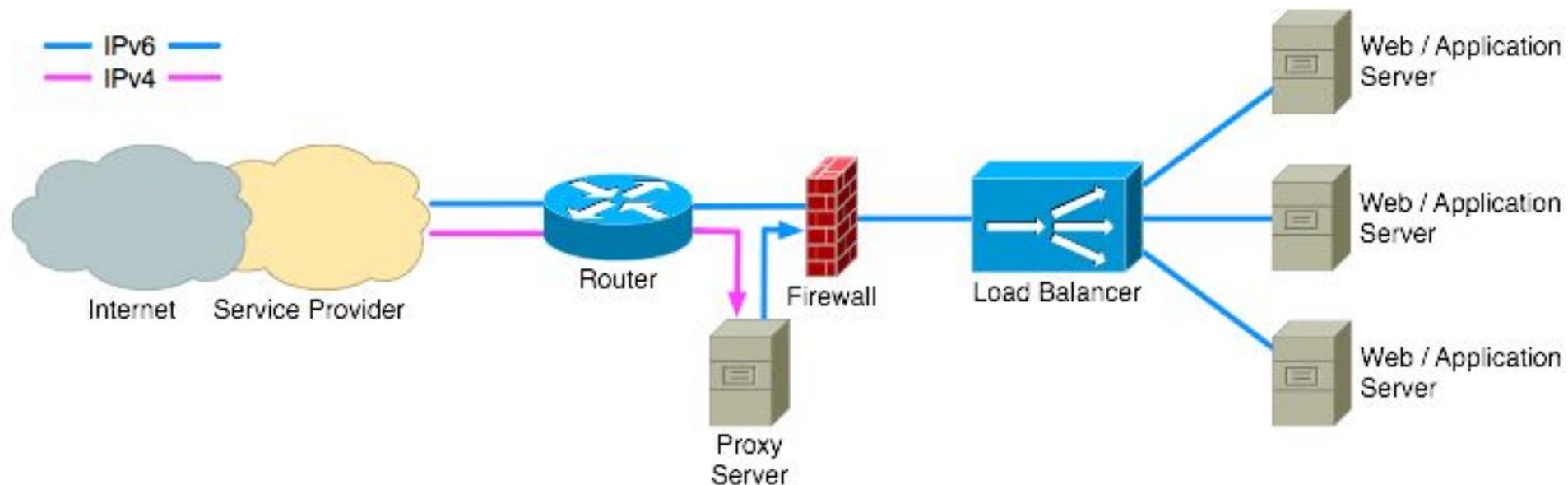
Proxy Reverso

- **Casos de uso**

- Facebook

- Ungleich Glarus AG

- Utiliza NAT64+DNS64 e um LB com Proxy Reverso



Como ter uma rede IPv6 Only?

ceptro.br nic.br egi.br

Como ter uma rede IPv6 only?

- **Primeiro Passo:**

- Começar operando em pilha dupla
- IPv6 nativo + IPv4 compartilhado ou nativo

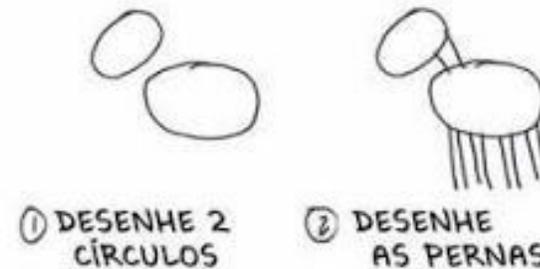
- **Segundo Passo:**

- Ir desligando aos poucos o IPv4
- **Técnicas de transição**
 - NAT64 + DNS64
 - SIIT e SIIT-DC
- Proxy reverso

- **Terceiro Passo:**

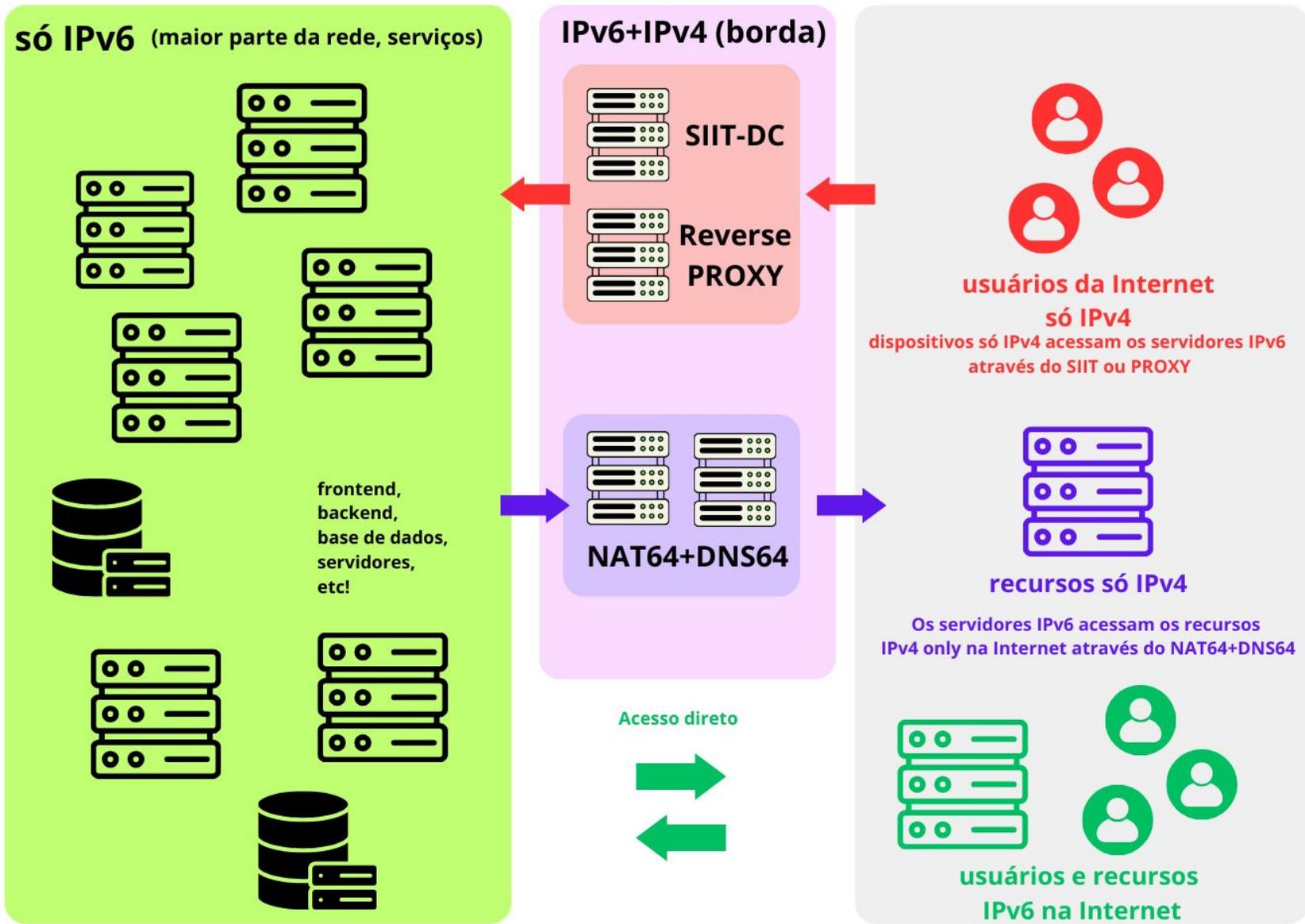
- Desativar o IPv4 por completo

COMO DESENHAR UM CAVALO?



Como ter uma rede IPv6 only?

- **IPv6 Nativo** em toda a rede
 - Começa a se preocupar em **gerenciar só uma rede, a IPv6**
 - Se o destino tiver em **IPv6** a comunicação é feita em **IPv6**
 - Tudo que funciona em **IPv4** precisa funcionar em **IPv6**
 - **Atualizando software**
 - **Trocando equipamento**
 - **Ativar aos poucos**
 - Foque num bom plano de endereçamento
- **IPv4 as a Service**
 - IPv4aaS
 - **Guardar os poucos endereços IPv4**
 - Deixar os endereços **IPv4** em **poucas máquinas**
 - **Técnicas de Transição**
 - **Proxy**



Obrigado!

CEPTRO.br Cursos: cursosceptro@nic.br

CEPTRO.br IPv6: ipv6@nic.br



@comunicbr



@nicbr



@NICbrvideos

nic.br cgi.br

www.nic.br | www.cgi.br