



nic.br

Núcleo de Informação
e Coordenação do
Ponto BR

cgib.br

Comitê Gestor da
Internet no Brasil



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

The background of the entire image is a dark gray circuit board pattern with white lines representing traces and components. A central horizontal band is a solid medium gray color.

nic.br egi.br

ceptro.br

The background of the slide is a dark gray circuit board pattern with white lines representing traces and components. The pattern is symmetrical and fills the entire frame.

Técnicas de Transição

ceptro.br nic.br cgi.br

Licença de uso do material

Esta apresentação está disponível sob a licença

Creative Commons

Atribuição – Não a Obras Derivadas (by-nd)

<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/br/legalcode>



Você pode:

- **Compartilhar** — copiar, distribuir e transmitir a obra.
- **Fazer uso comercial da obra.**
- Sob as seguintes condições:

Atribuição — Ao distribuir essa apresentação, você deve deixar claro que ela faz parte do Curso de Formação para Sistemas Autônomos do CEPTR0.br/NIC.br, e que os originais podem ser obtidos em <http://ceptro.br>. Você deve fazer isso sem sugerir que nós damos algum aval à sua instituição, empresa, site ou curso.

Vedada a criação de obras derivadas — Você não pode modificar essa apresentação, nem criar apresentações ou outras obras baseadas nela..

Se tiver dúvidas, ou quiser obter permissão para utilizar o material de outra forma, entre em contato pelo e-mail:
info@nic.br.

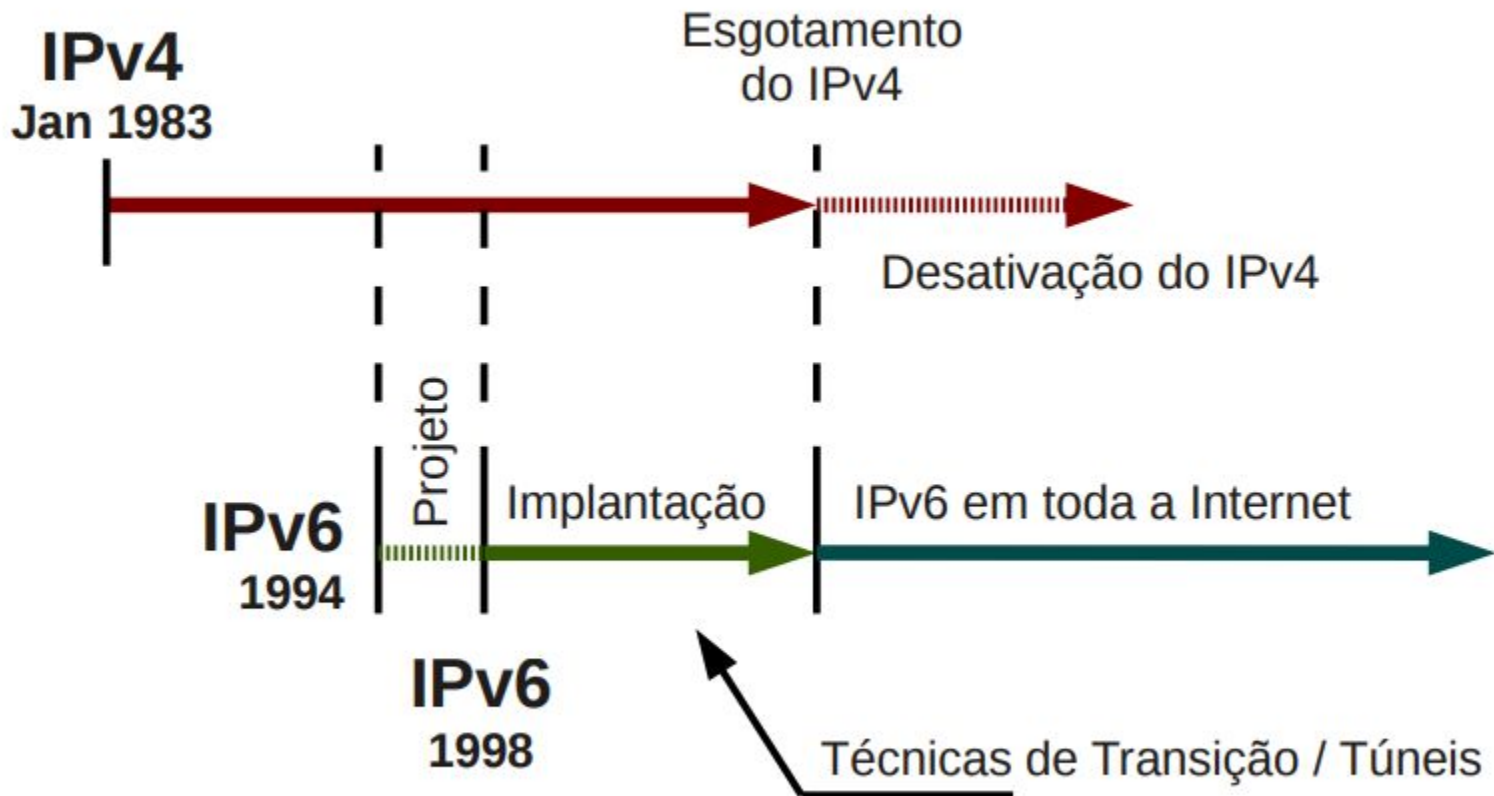
Agenda

- Introdução
- E agora, o IPv4 acabou?
- Existem alternativas ao Dual Stack?
- Como fazer caso meu provedor de trânsito não ofereça link IPv6?
- Quero trabalhar com o core da minha rede IPv6 only
- Quero trabalhar com clientes IPv6 only
- Não tenho endereços IPv4 suficientes

Introdução



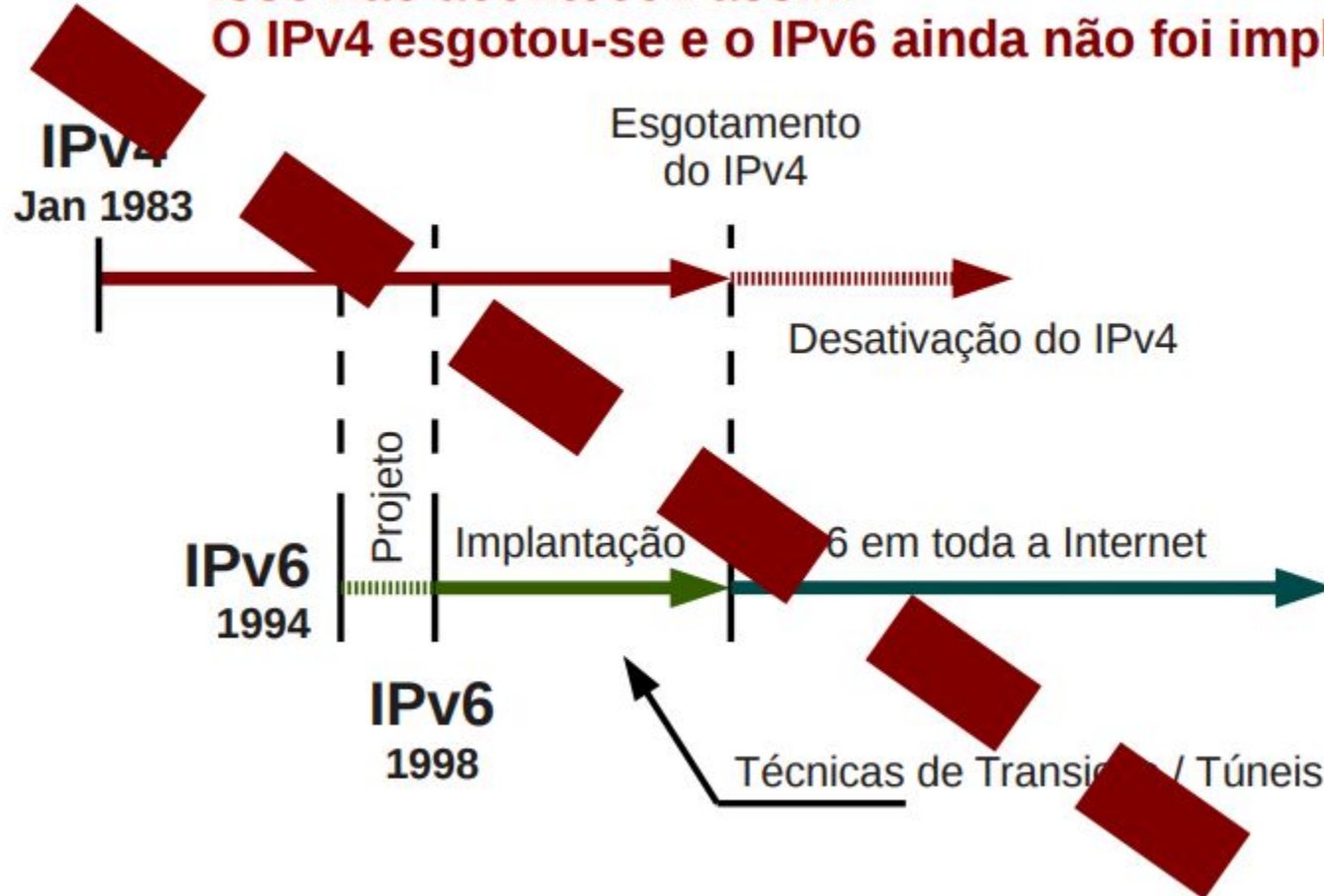
Introdução



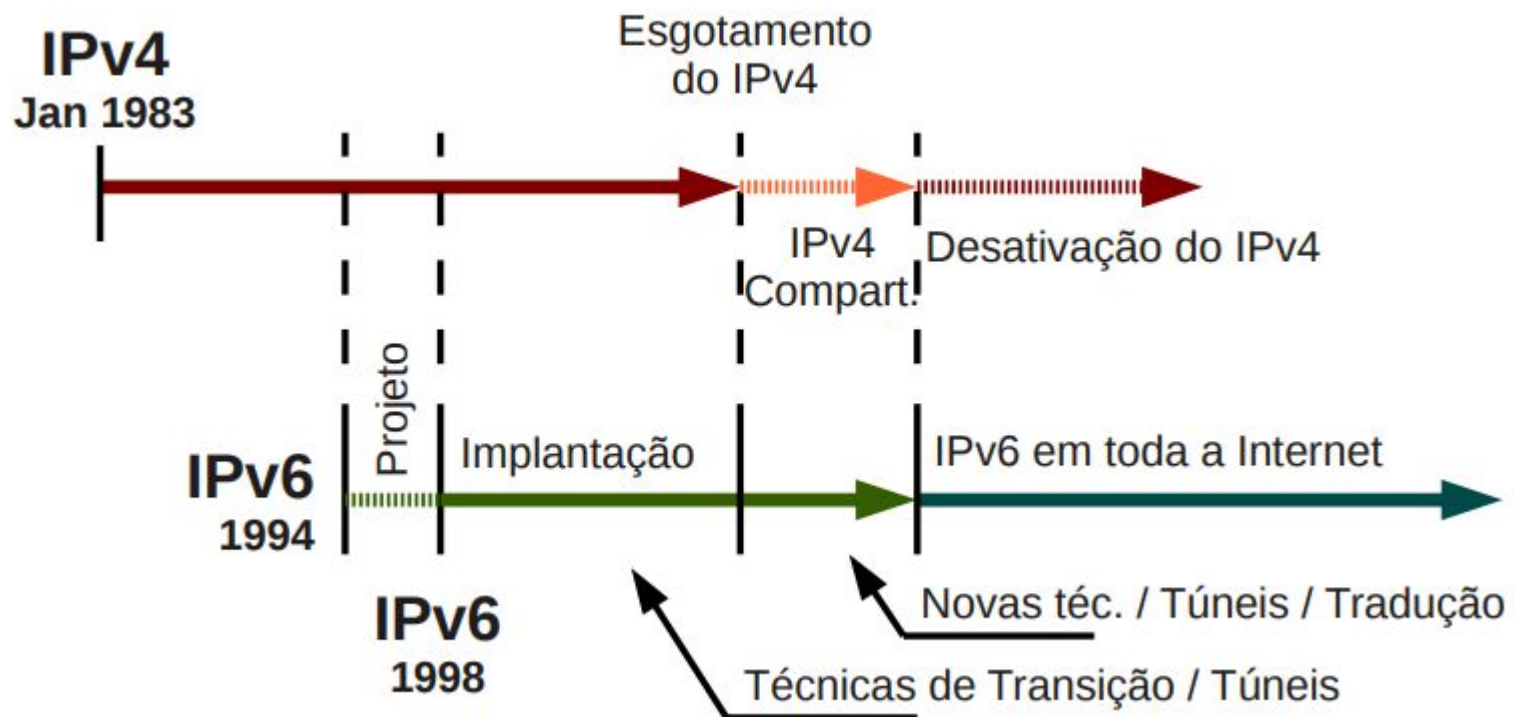
Introdução

Isso não aconteceu assim

O IPv4 esgotou-se e o IPv6 ainda não foi implantado



Introdução



E agora, o IPv4 acabou?

Como continuar crescendo?

E agora, o IPv4 acabou?

- **Técnicas de transição?**
 - Pilha dupla
 - Tunelamento
 - Tradução
- **Continuar o com IPv4?**
 - NAT444
 - CGNAT (A+P)

Pilha Dupla

- IPv6 + IPv4 em todos os nós

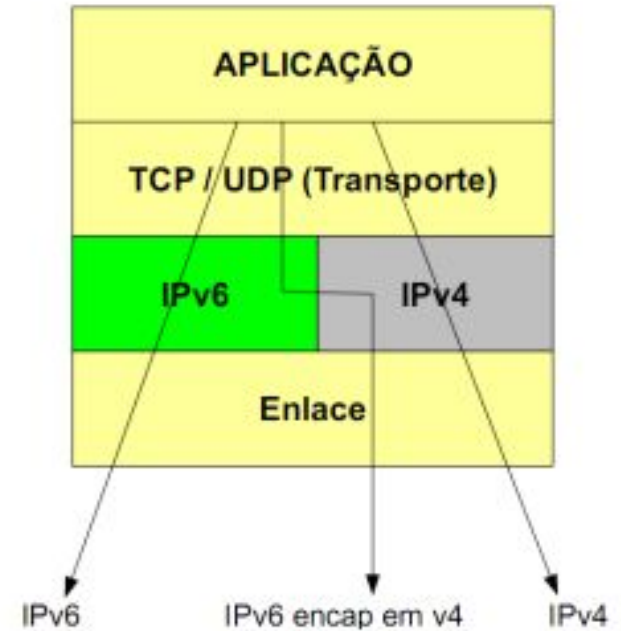
- Se a consulta DNS retorna:

- **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

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

E agora, como proceder?

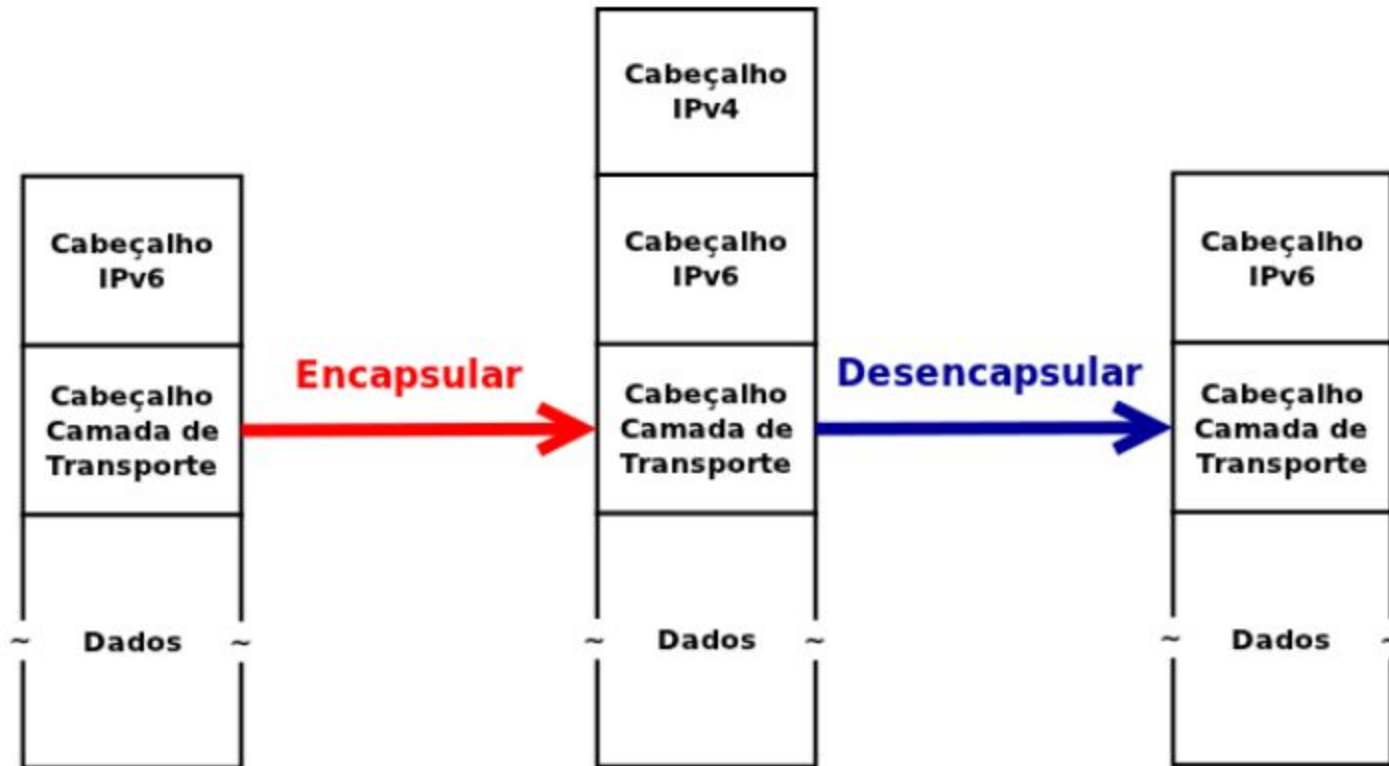
Existem alternativas ao Dual Stack?

Tunelamento

Colocar todo o pacote IPv6 dentro de um pacote IPv4

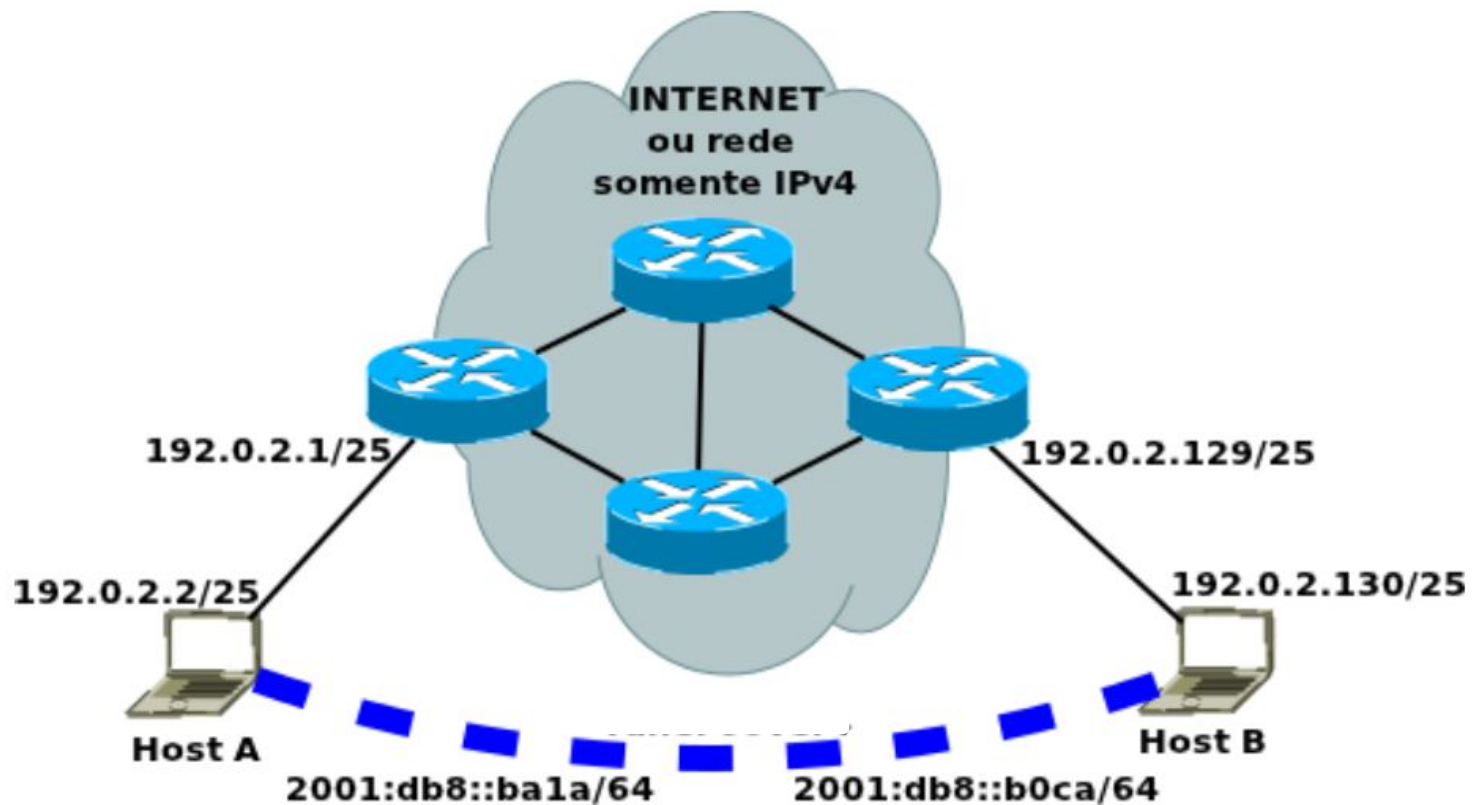


6in4



- Técnica de encapsulamento do IPv6 diretamente dentro do pacote IPv4 – RFC 4213
- Tipo 41 (0x29) no campo cabeçalho: **protocolo 41**

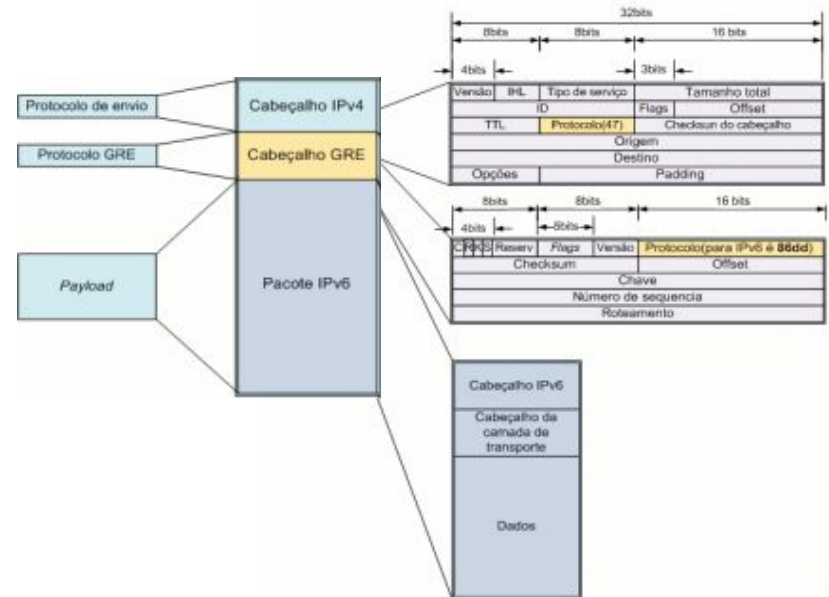
6in4



- Túnel configurado manualmente, usando o encapsulamento 6in4.
- Pode ser usado para contornar partes da rede, ou Internet, que não suportam IPv6.

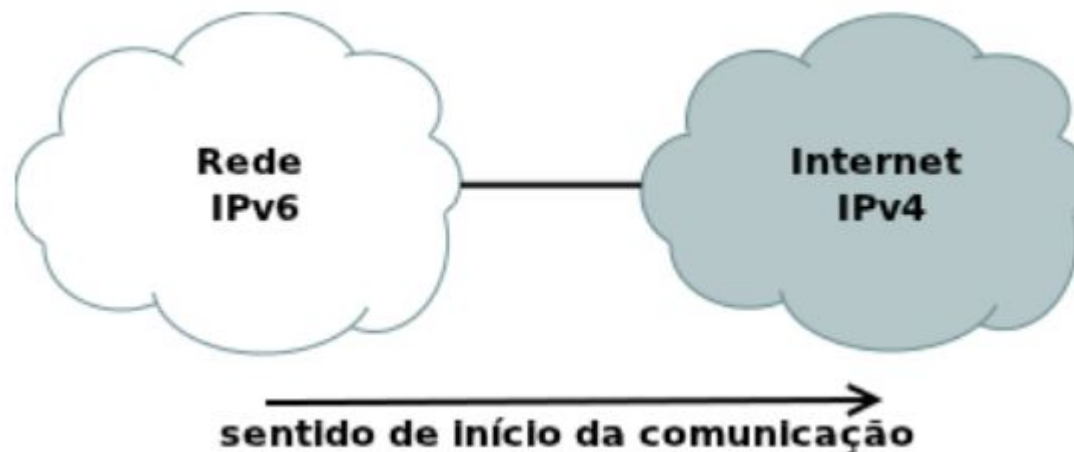
GRE

- Técnica de encapsulamento genérica, definida na **RFC 2784**, pode ser usada para transportar diversos protocolos, inclusive IPv6 e IPv4.
- Configuração manual
- Mesmos casos de uso do 6in4: contornar partes da rede, ou da Internet, que não suportam o protocolo.



Tradução

- Fazer equivalência entre campos IPv6 com campos IPv4 na mudança de uma rede para outra



SIIT - RFC 6145

Campo IPv6	Cabeçalho IPv4 Traduzido
Versão (0x6)	Versão (0x4)
Classe de Tráfico	Tipo de Serviço
Etiqueta de Fluxo	(descartado)
Tamanho do Payload	Tamanho Total = Tamanho do Payload + 20
Próximo Cabeçalho	Protocolo
Limite de Nós	Tempo de Vida
Endereço de Origem	Aplicar mapeamento
Endereço de Destino	Aplicar mapeamento
----	IHL = 5
----	CRC do Cabeçalho Recalculado

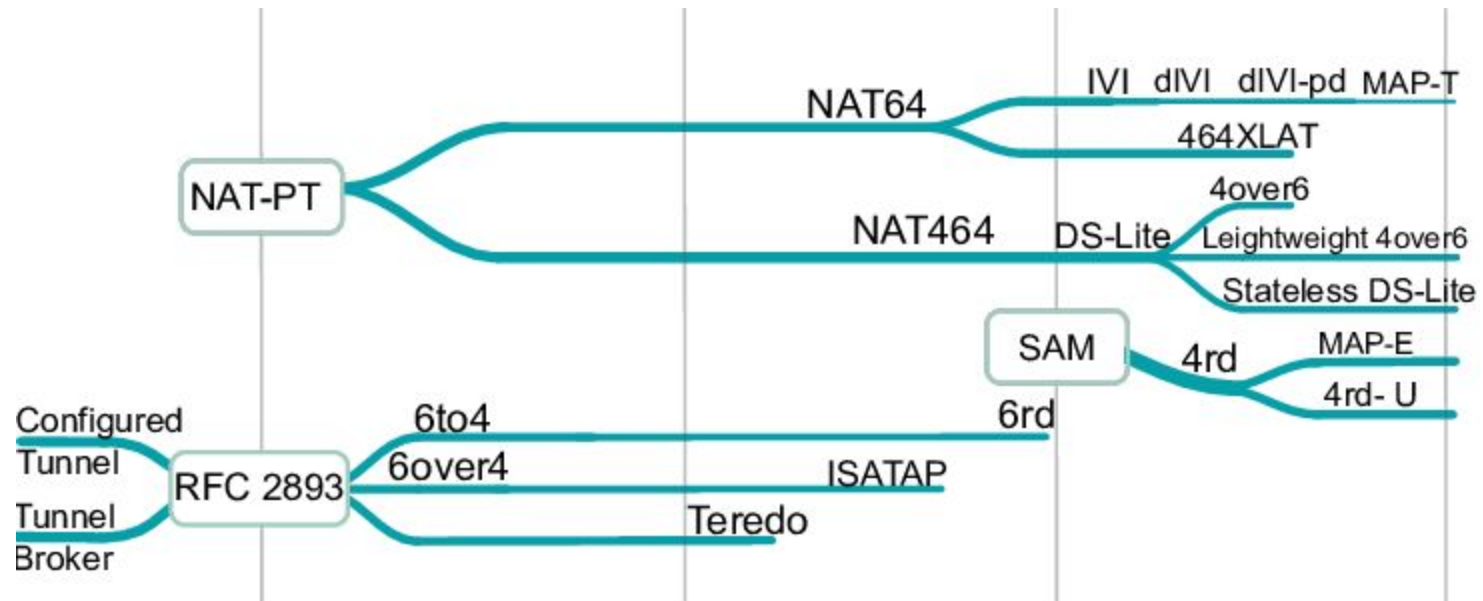
RFC 6145

Campo IPv4	Tradução para IPv6
Versão (0x4)	Versão (0x6)
IHL	(descartado)
Tipo de Serviço	Classe de Tráfico
Tamanho Total	Tamanho do Payload = Tamanho Total - IHL * 4
Identificação	(descartado)
Flags	(descartado)
Offset	(descartado)
Tempo de vida	Limite de Nós
Protocolo	Próximo Cabeçalho
CRC do Cabeçalho	(descartado)
Endereço de Origem	Aplicar mapeamento
Endereço de Destino	Aplicar mapeamento
Opções	(descartado)

Técnicas de transição

- Combinação de técnicas conhecidas visando permitir a comunicação entre protocolos IPv4 e IPv6

Técnicas de transição



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Evolution-of-transition-technologies-in-the-IETF_fig1_282842666

E agora, qual escolher?

**Com tantas técnicas como escolher
a melhor?**

Qual utilizar?

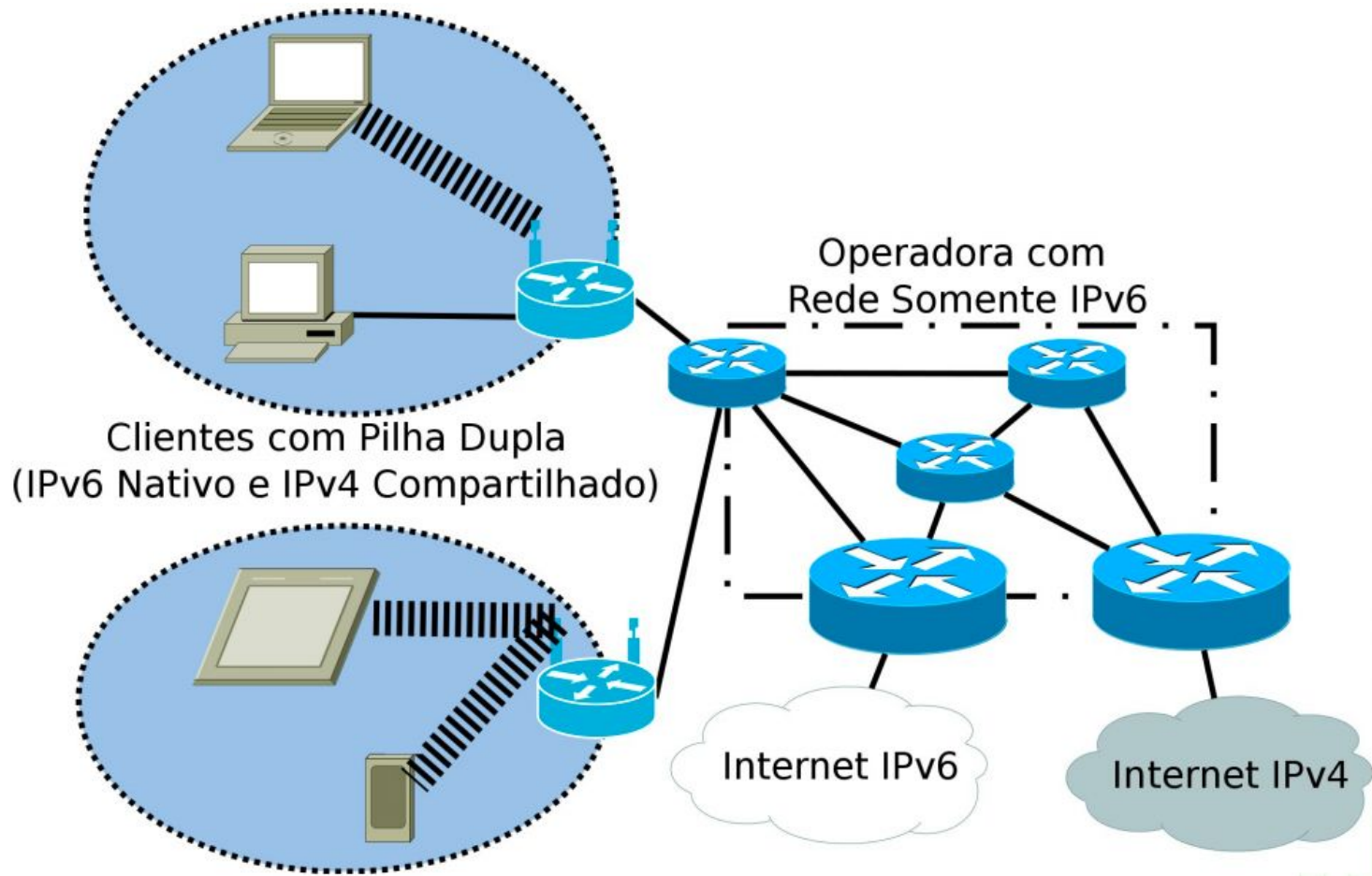
- Objetivo
 - IPv4 em IPv6
 - IPv6 em IPv4
 - Implementar o IPv6
- Limitação
 - Orçamento
 - Escalabilidade
 - Riscos de segurança
 - Implementações existentes

Transição para IPv6

- Evolução do IPv6
 - Google, Akamai, and Facebook fornecem conteúdo em IPv6
 - Mobile:
 - India: Reliance JIO (87%)
 - EUA: Verizon Wireless (84%), Sprint (70%), T-Mobile USA (93%)

<https://www.internetsociety.org/resources/2018/state-of-ipv6-deployment-2018/>

Transição para o IPv6

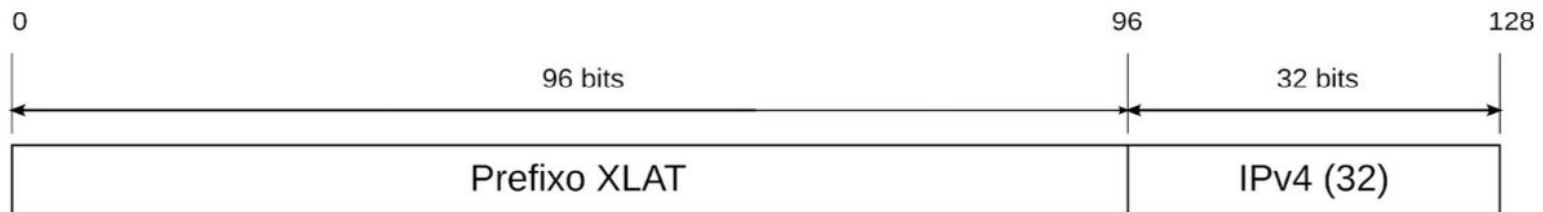


Transição para o IPv6

- Tendência
 - "IPv4 como serviço"
 - IPv6 nativo
 - Fornecer acesso a aplicações que funcionam apenas com IPv4
- Principais técnicas
 - **464XLAT**
 - **DS-Lite**
 - **Lw4o6**
 - **MAP-E / MAP-T**

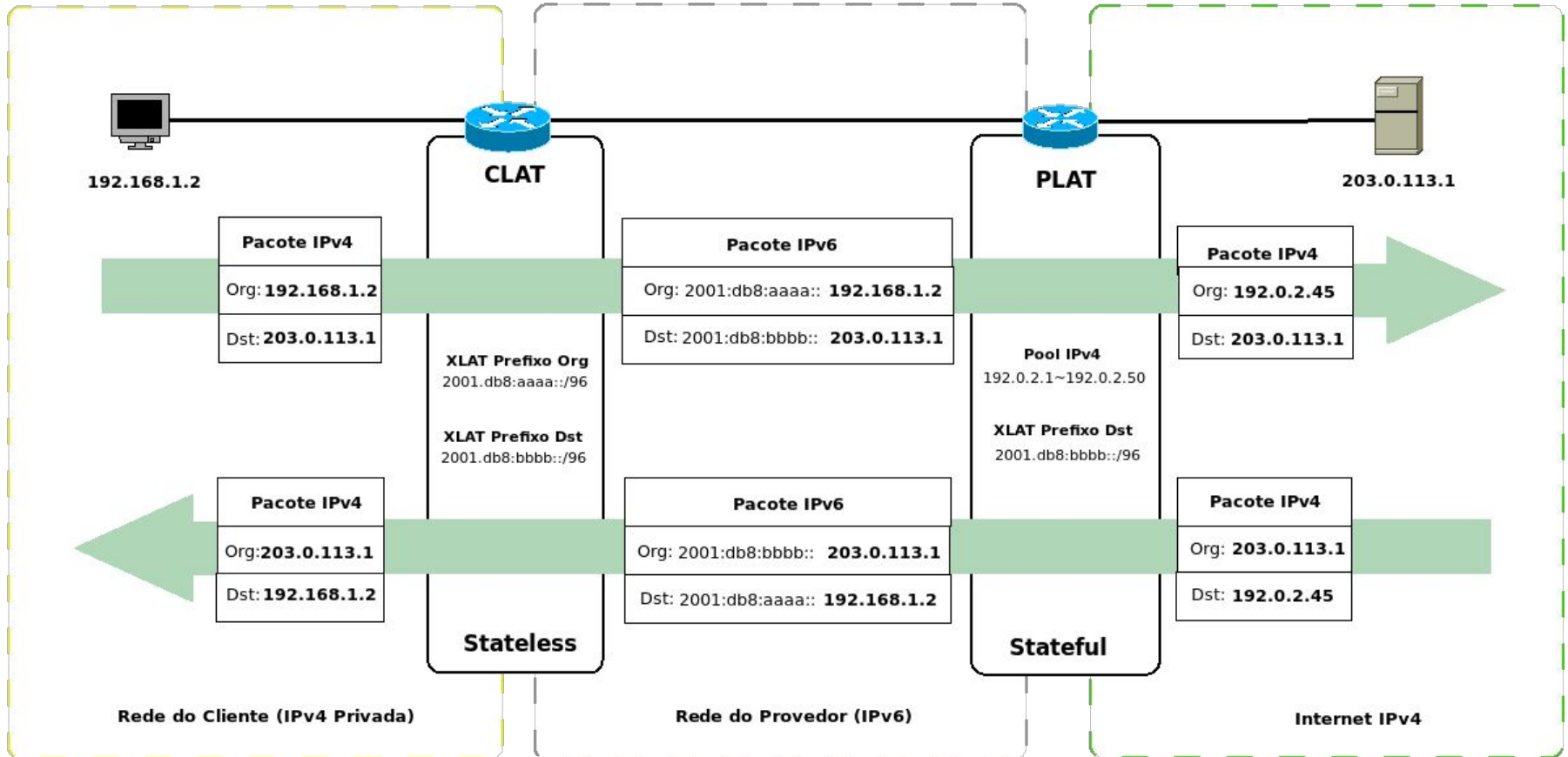
464XLAT - RFC 6877

- 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,
- **CLAT:** Tradução Stateless

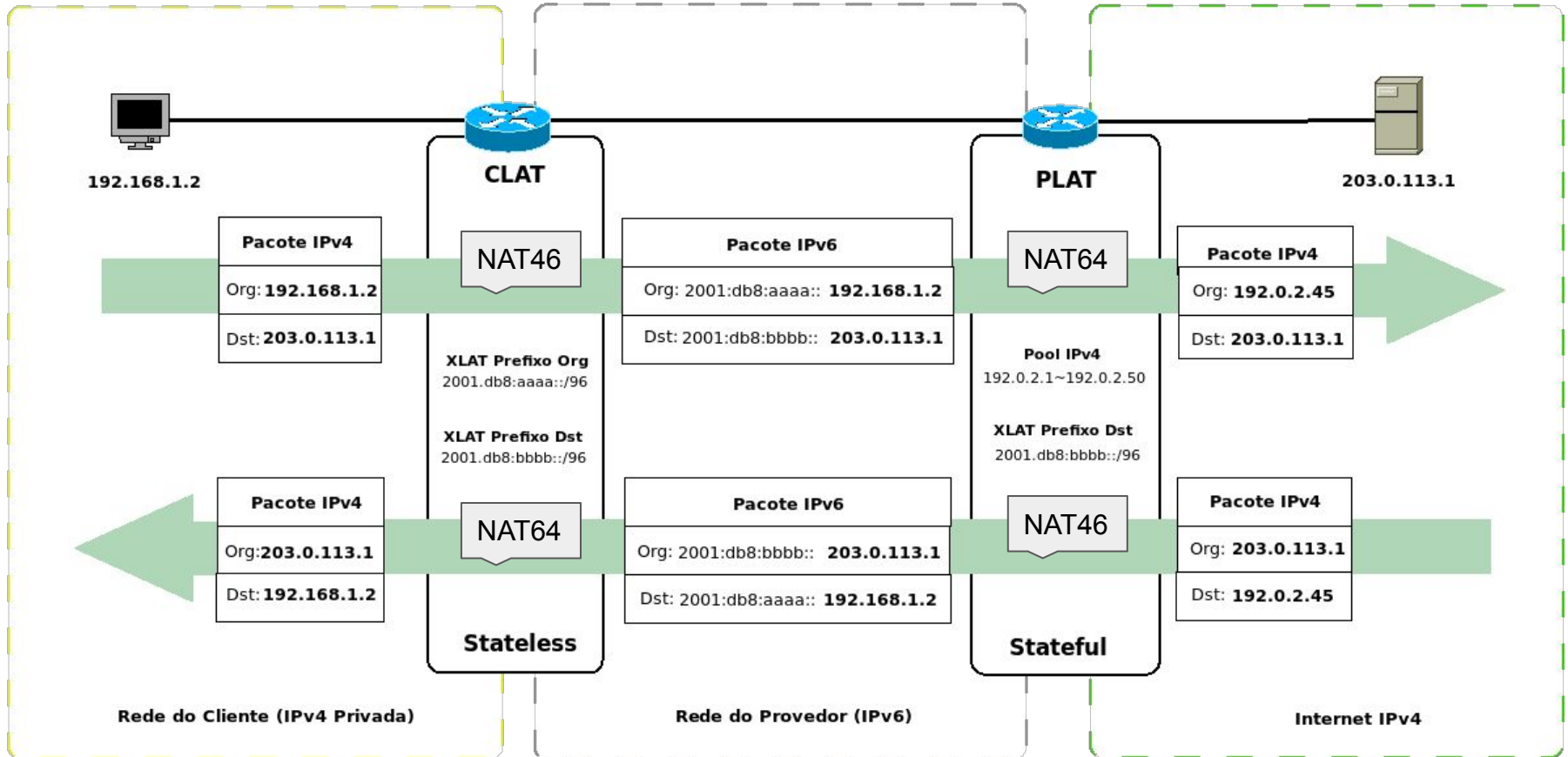


- **PLAT:** Tradução Stateful

464XLAT



464XLAT



Experiência 4.7

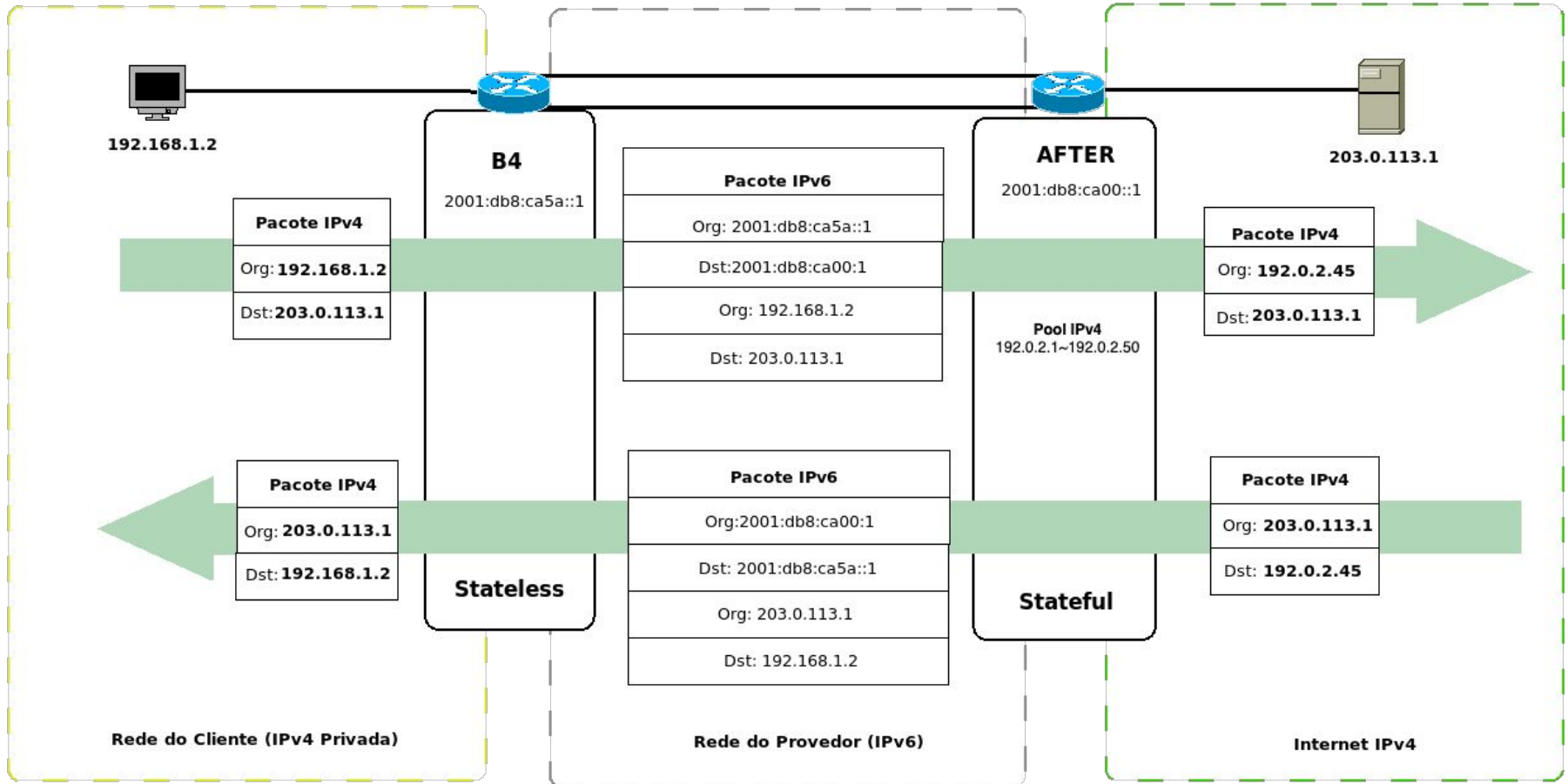
464XLAT

Página 310

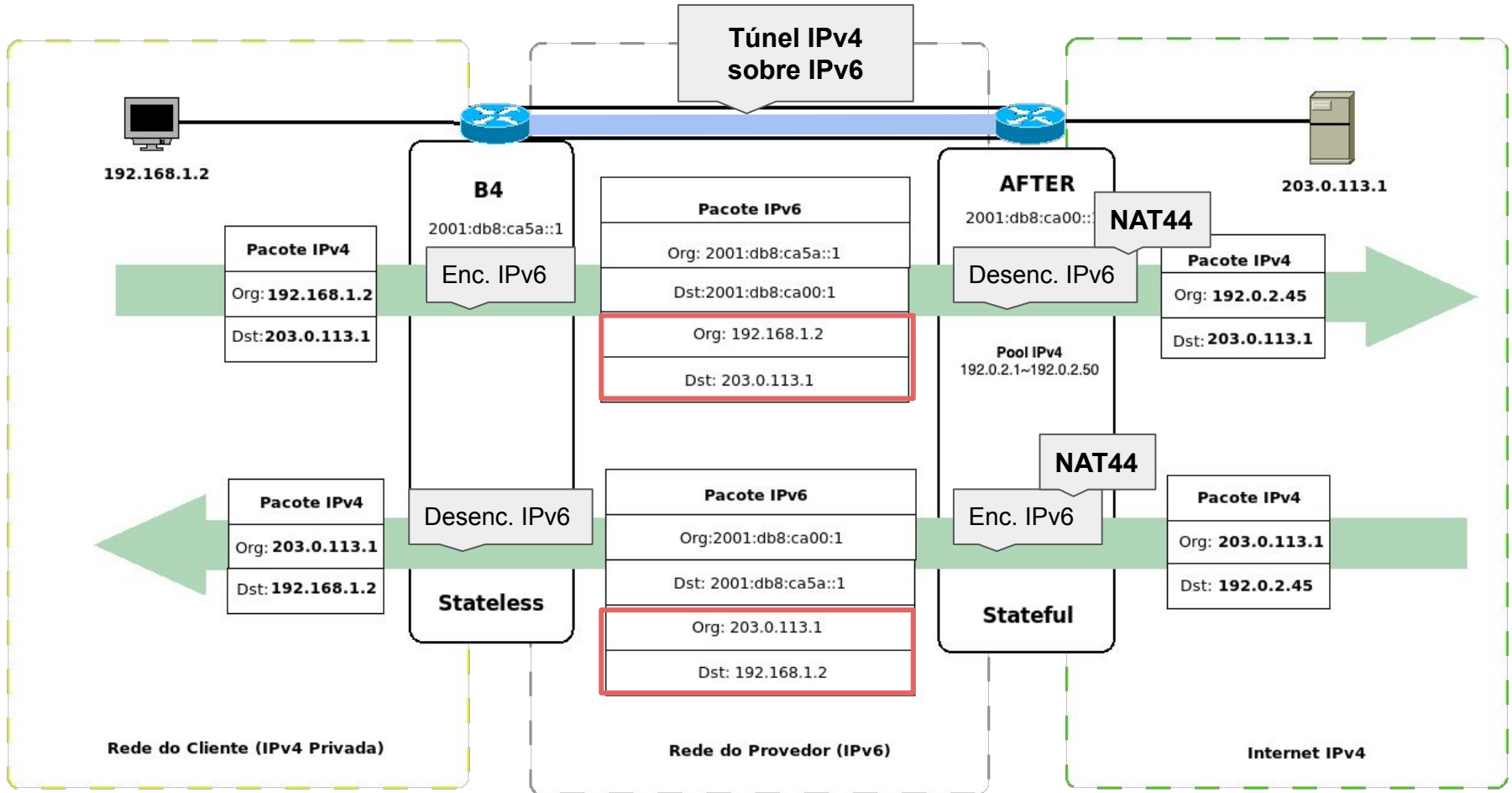
DS-Lite - RFC 6333

- 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



Experiência 4.3

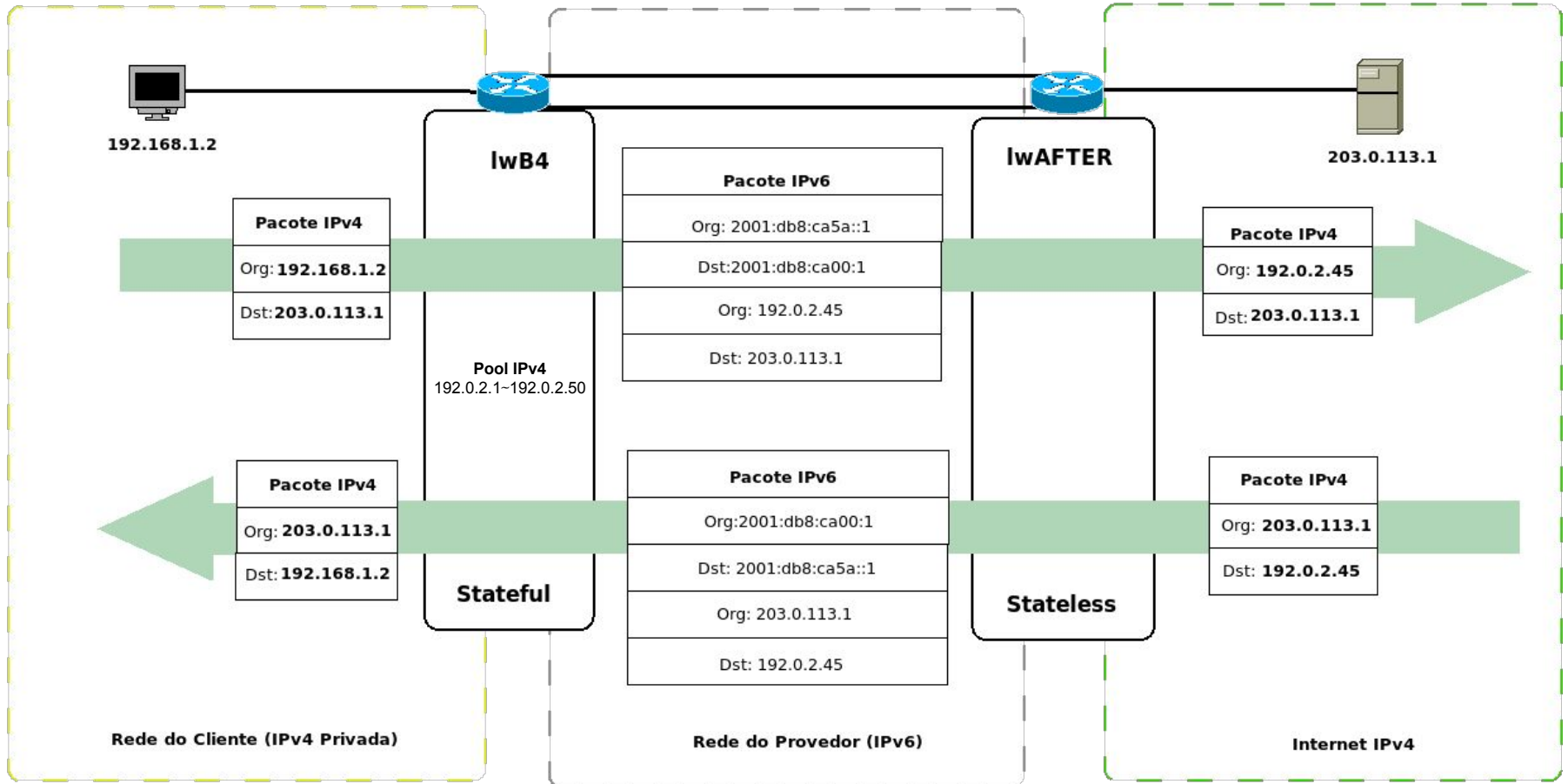
Dual Stack Lite (DS-Lite): implantação

Página 268

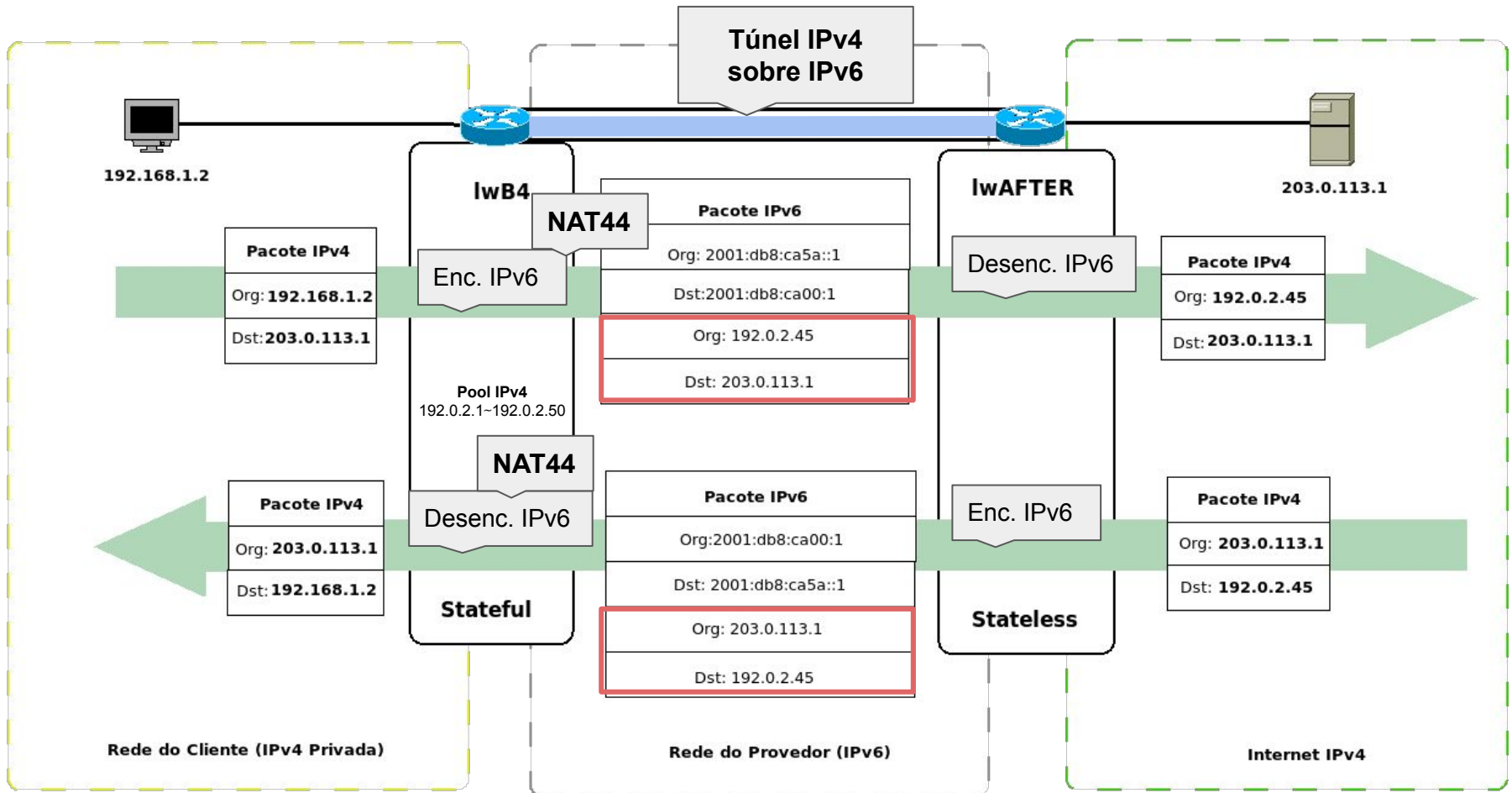
Lw4o6 - RFC 7596

- ISP OTE Group (Grécia, 2018)
- Baseado no DS-Lite
 - Descentralizar
- **lwB4**: Tradução statefull + tunelamento stateless
- **lwAFTR**: tunelamento stateless

Lw4o6



Lw4o6



MAP-E - RFC 7597

- Mapping Address and Port
 - JPNE
- **MAP Customer Edge (CE):** Tunelamento Stateless+NAT44 (A+P)
 - Compartilhamento de endereço IPv4 entre vários CPEs
- **MAP Border Relay (BR):** Tunelamento Stateless

MAP-E - RFC 7597

- Basic Mapping Rule (BMR): Regra IPv6, regra IPv4, EA-bits

IPv6		Sufixo IPv4+ Port Set ID (PSDI)	
n bits	o bits	s bits	128-n-o-s bits
Regra Prefixo IPv6	EA-bits	Subnet ID	Interface ID

IPv4	
r bits	p bits
Regra Prefixo IPv4	Sufixo IPv4

Port		
a bits	k bits	m bits
Range	Port-set ID	Intervalo

MAP-E - RFC 7597

- <http://map46.cisco.com/MAP.php>
 - Regra IPv6: 2001:db8:100:0/48
 - Regra IPv4: 192.0.2.0/24
 - EA Bits: 16



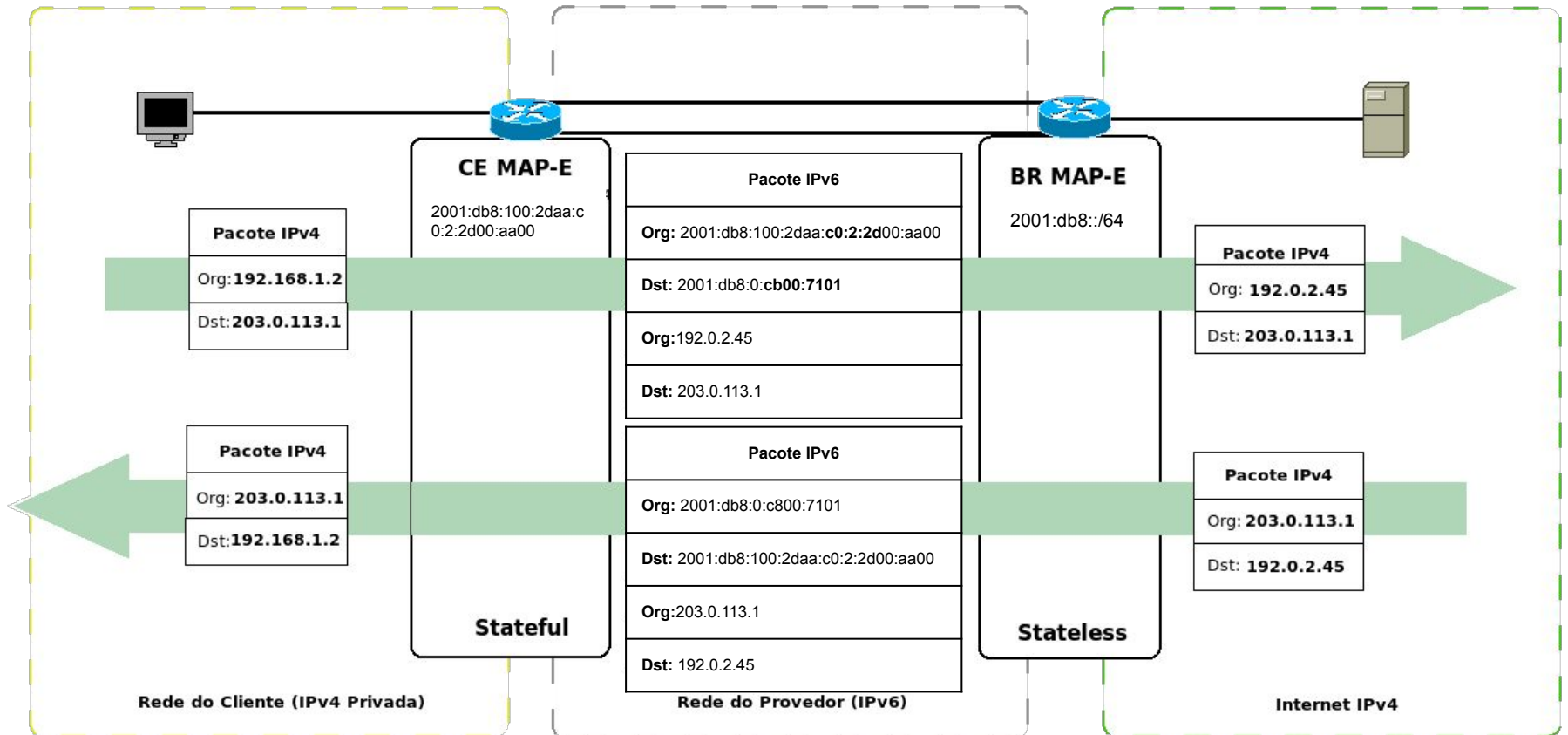
E
X
A
M
P
L
E

Generate random CPE Index and Port

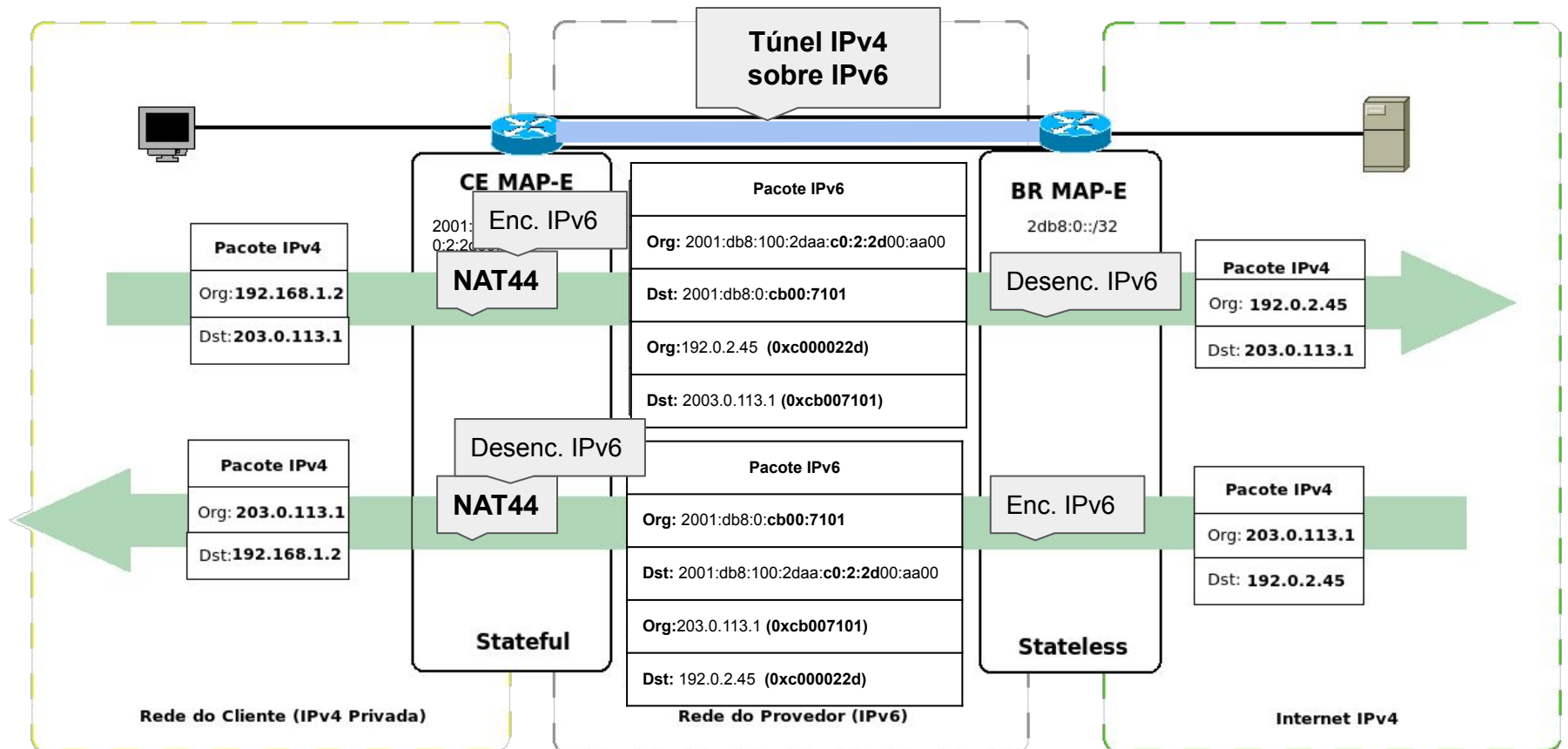
Example : A CPE inside this MAP rule with index 11690 (0010110110101010) is using the port with index 215 (1101[PSID]0111) in his assigned port ranges. In this situation, the v4-v6 mapping would be :

IPv6	2001	:	db8	:	100	:	2daa	:	c0	:	2	:	2d00	:	aa00
	0010000000000001	:	00011011011000	:	00000010000000	:	0010110110101010	:	00000001000000	:	0000000000000010	:	0010110100000000	:	1010101000000000
IPv4 : Port	192	.	0	.	2	.	45	:	55975						
	11000000	.	00000000	.	00000010	.	00101101	:	1101101010100111						

MAP-E



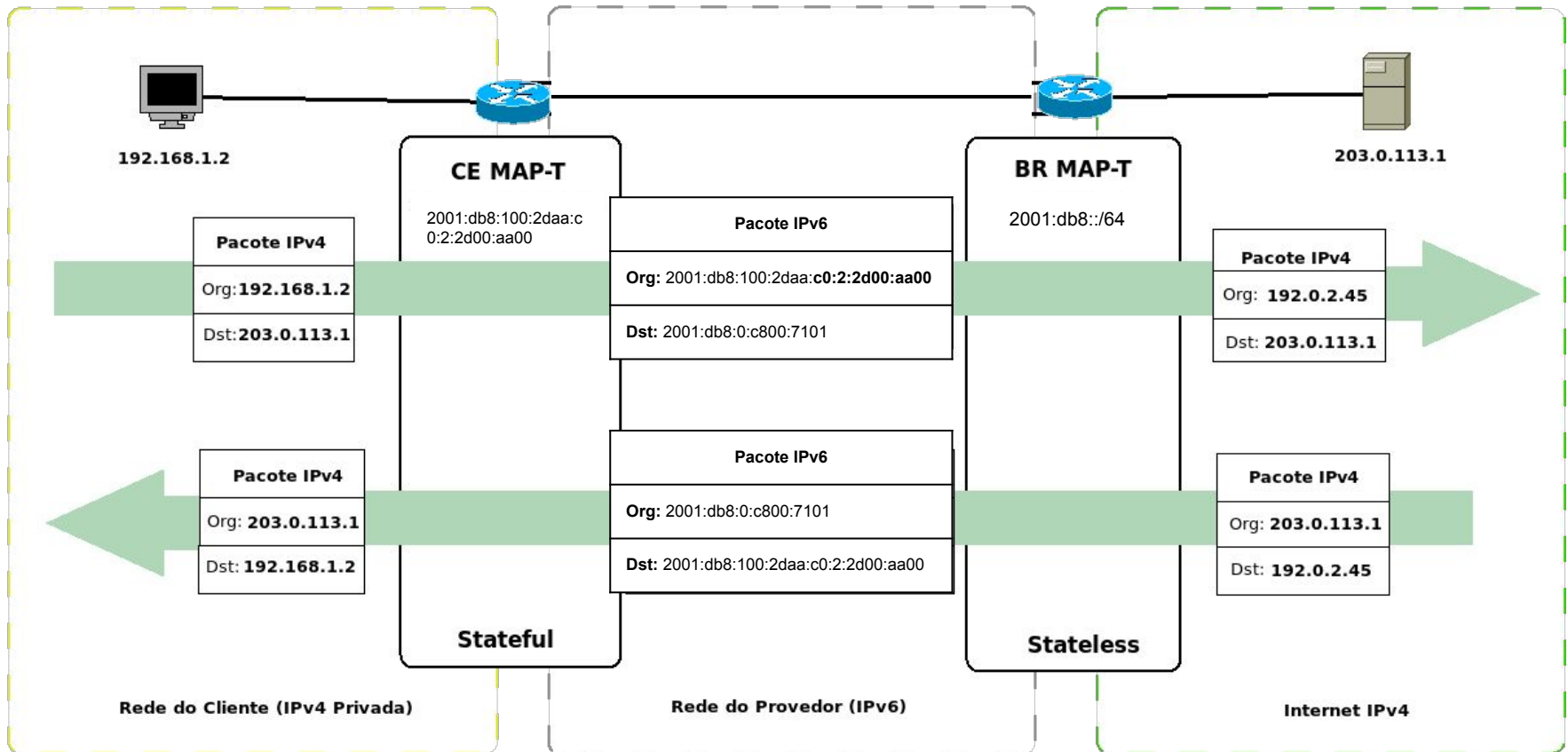
MAP-E



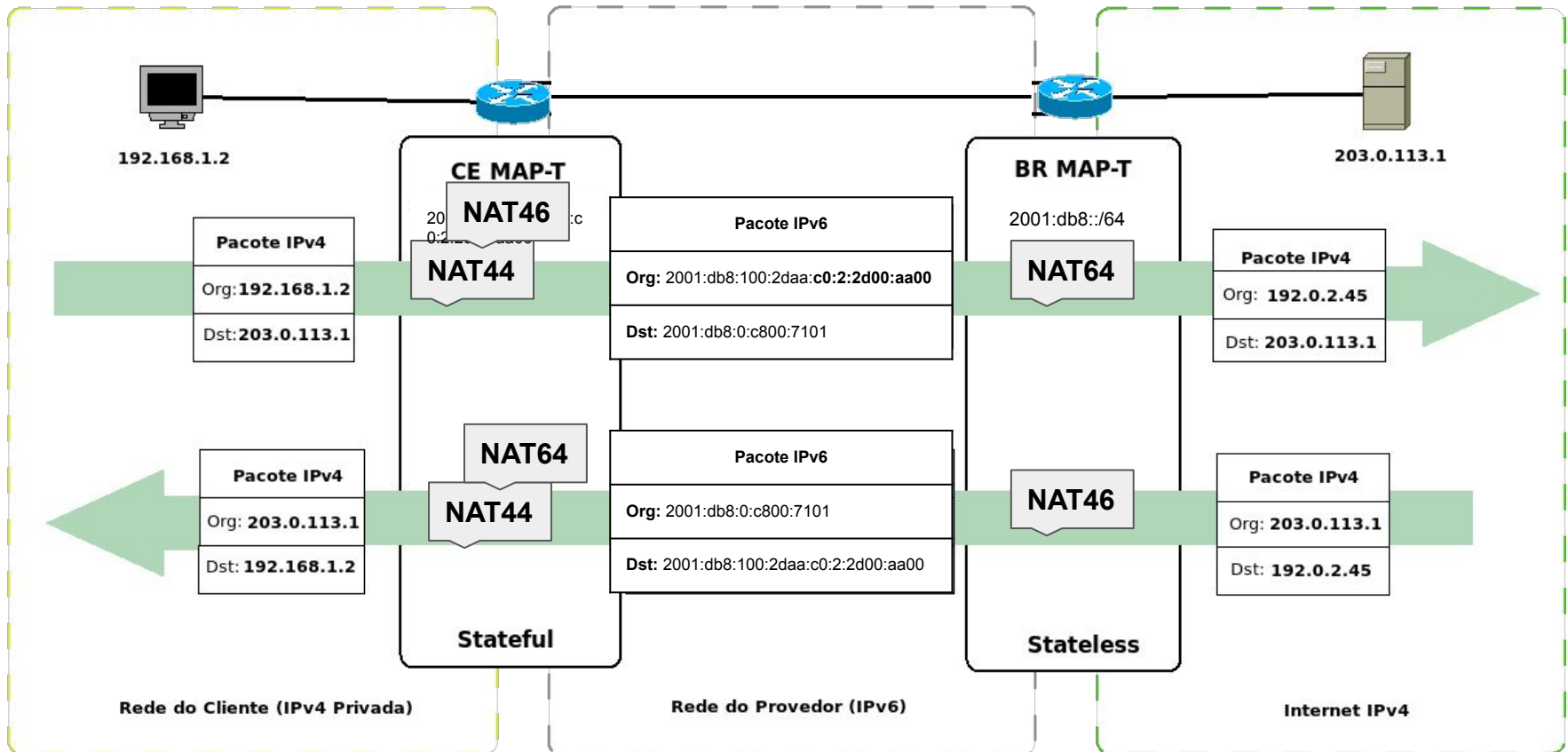
MAP-T RFC 7599

- Mesmo algoritmo e mapeamento que o MAP-E
- No lugar de túneis, encapsulamento
 - CERNET2
 - Mantém o fim a fim
- **MAP Customer Edge (CE):** tradução stateful + stateless
- **MAP Border Relay (BR):** tradução stateless

MAP-T



MAP-T



Outras técnicas

Quero adotar IPv6-only no Data Center

SIIT-DC - RFC 7755

- IPv6 puro no core da rede
 - Remover IPv4
 - Redução da complexidade
 - Aproveitar IPs para transição
- **SIIT-DC Border Relay (BR):** Tradução stateless (EAM/SIIT)

192.0.2.1	2001:db8:12:34::1
192.0.2.2	2001:db8:12:34::2
Prefixo de tradução	2001:db8:46::/96

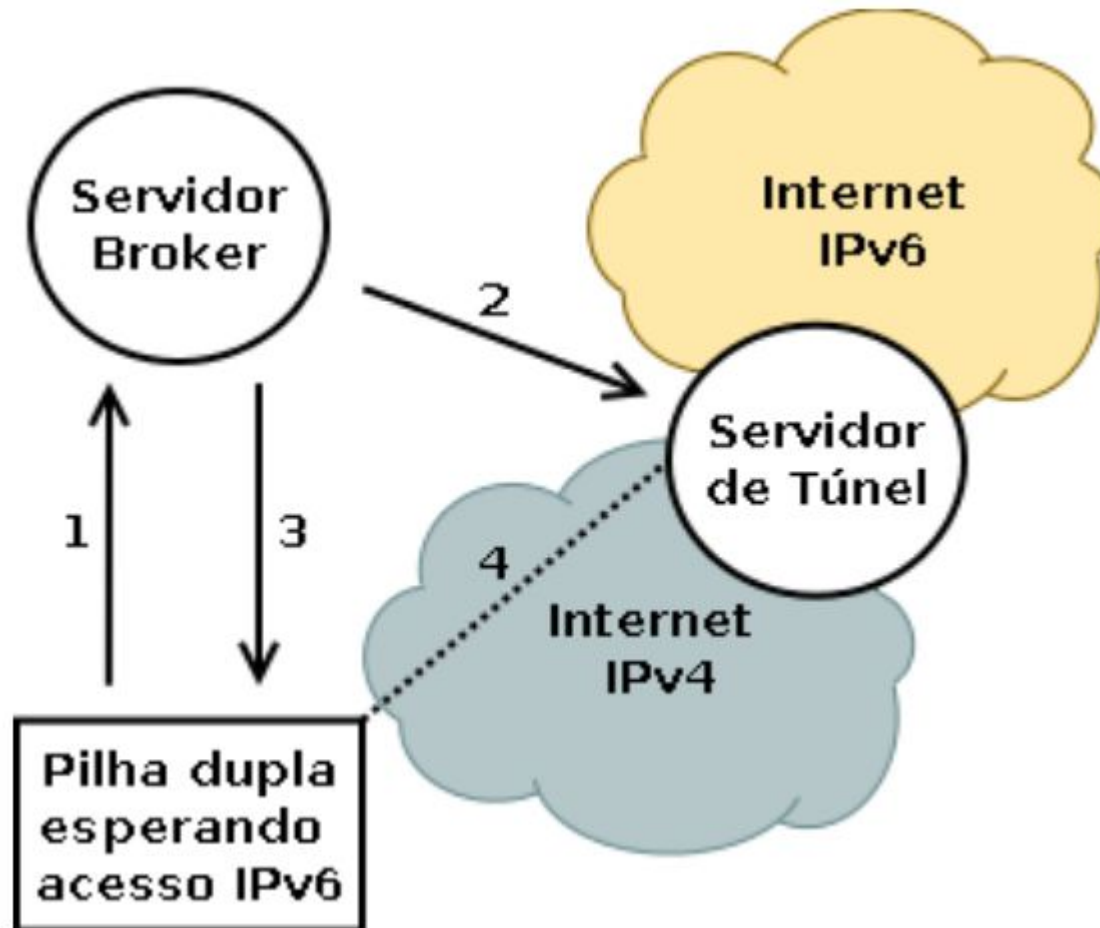
SIIT-DC

- **SIIT-DC Edge Relay (ER):** Tradução stateless (EAM). Dispositivo opcional, oferece conectividade IPv4 "nativa" aos componentes IPv4 legados, seu uso pode ser opcional (RFC 7756).

Outras técnicas

**Meu provedor de trânsito não oferece
link IPv6**

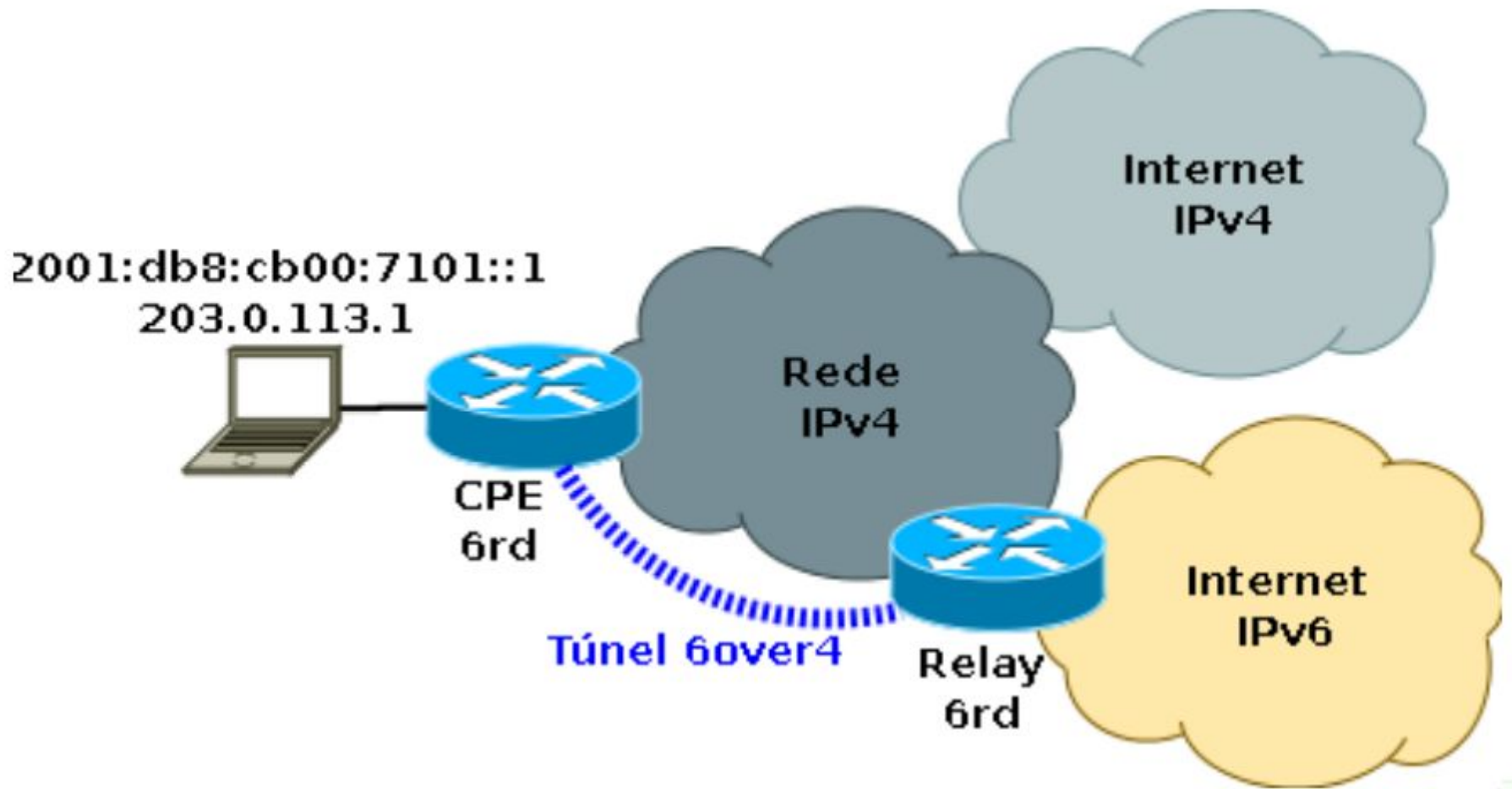
Tunnel Brokers



Outras técnicas

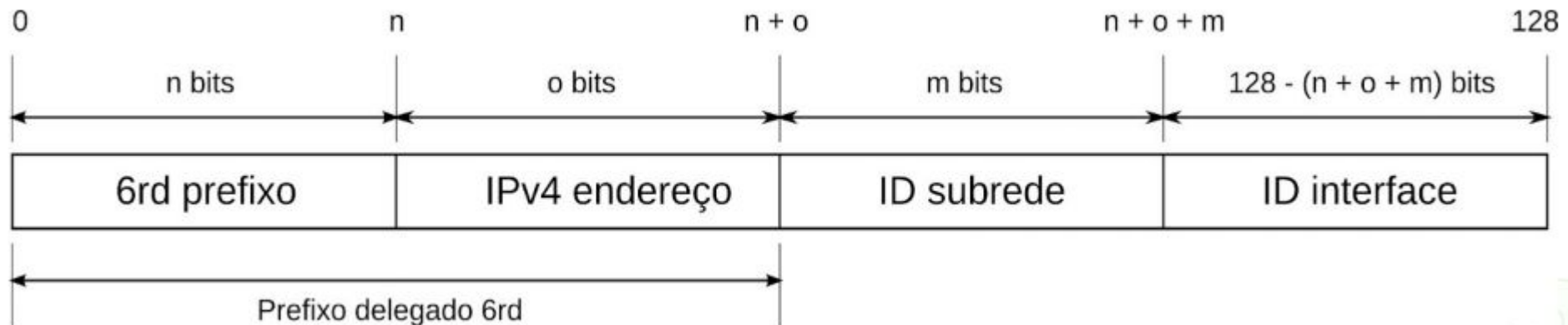
Quero fornecer IPv6 rapidamente para meus clientes

6rd



6rd

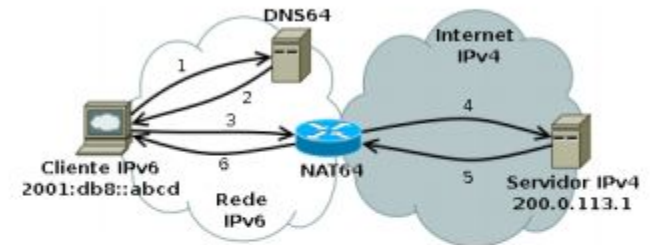
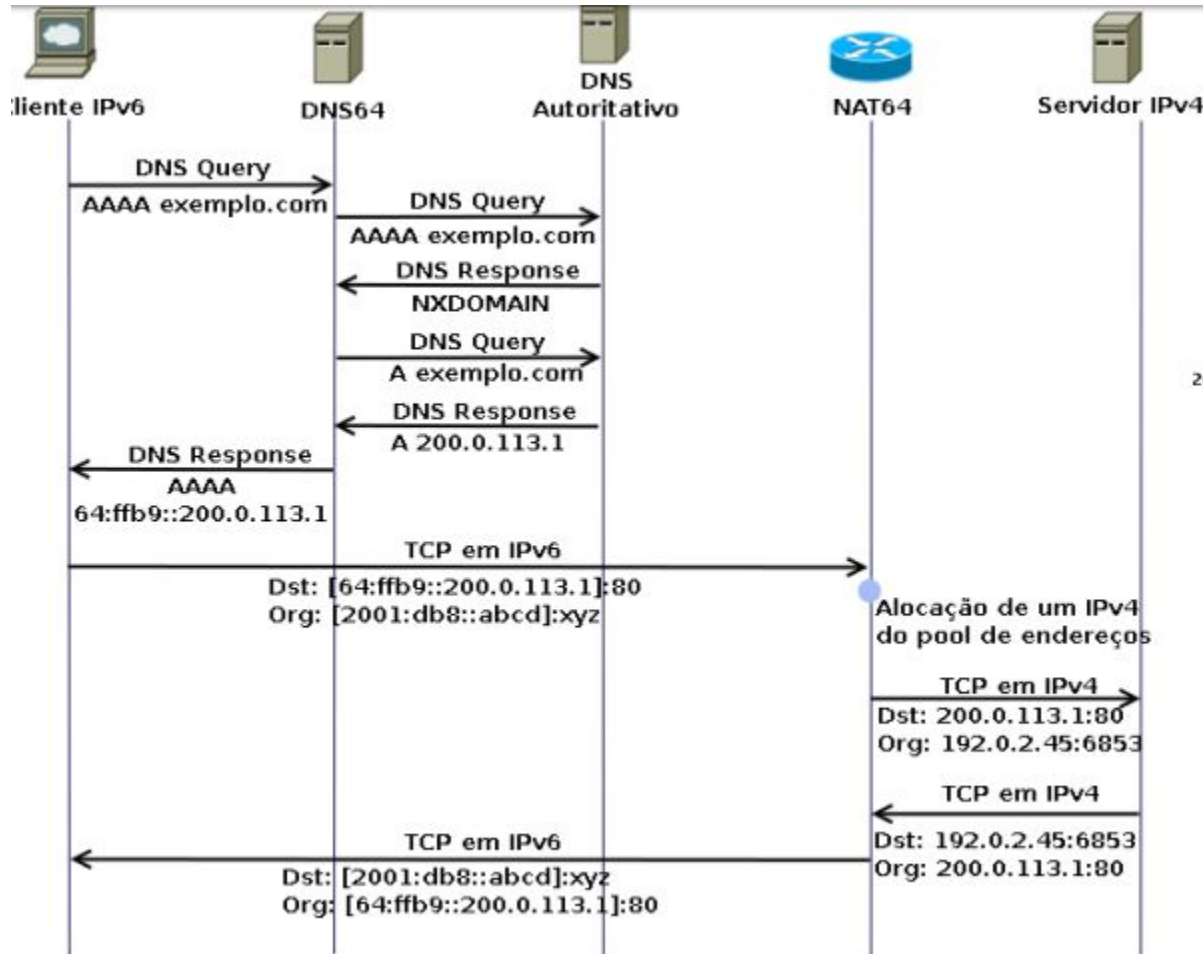
- O 6rd (**rapid deployment**) é uma técnica para facilitar a implantação do IPv6 entre o provedor e o usuário, sobre uma rede já existente IPv4
- Baseado no 6to4
- Útil para provedores que administram remotamente o **CPE**



E agora, como proceder?

**Quero trabalhar com clientes IPv6
only**

NAT64 e DNS64



br

NAT64

- Definido na **RFC 6146**
- Tradução stateful de pacotes IPv6 em IPv4
- Prefixo bem conhecido: **64:ff9b::/96**
- Linux, Windows, Cisco, Juniper, A10, F5, etc.
- Computadores trabalham apenas com IPv6
 - Alguns softwares, não preparados ainda para o IPv6, podem não funcionar
- Tradução de endereços
 - 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
- BIND ou Totd

Experiência 4.6

NAT64: implantação utilizando TAYGA

Página 293

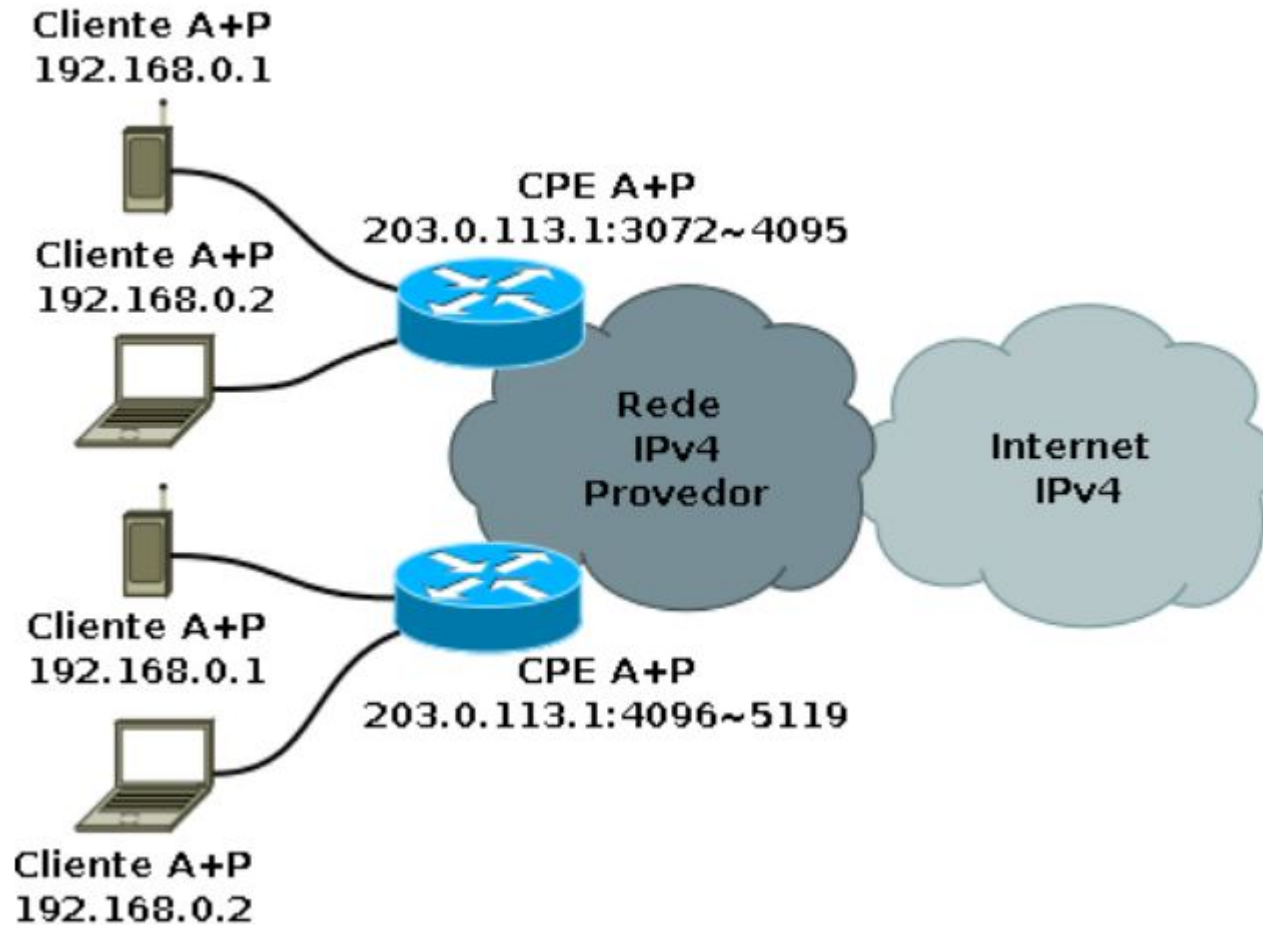
Técnicas legadas

- 6to4
 - Possui importância histórica e foi utilizado de base para o 6rd. Utiliza endereços públicos roteáveis com mínimo de configuração manual nos roteadores de borda.
- Teredo
 - Criado com o mesmo objetivo do 6to4, mas usa **encapsulamento UDP**, o que permite seu funcionamento com NAT IPv4.

E agora, como proceder?

Não tenho endereços IPv4 suficientes

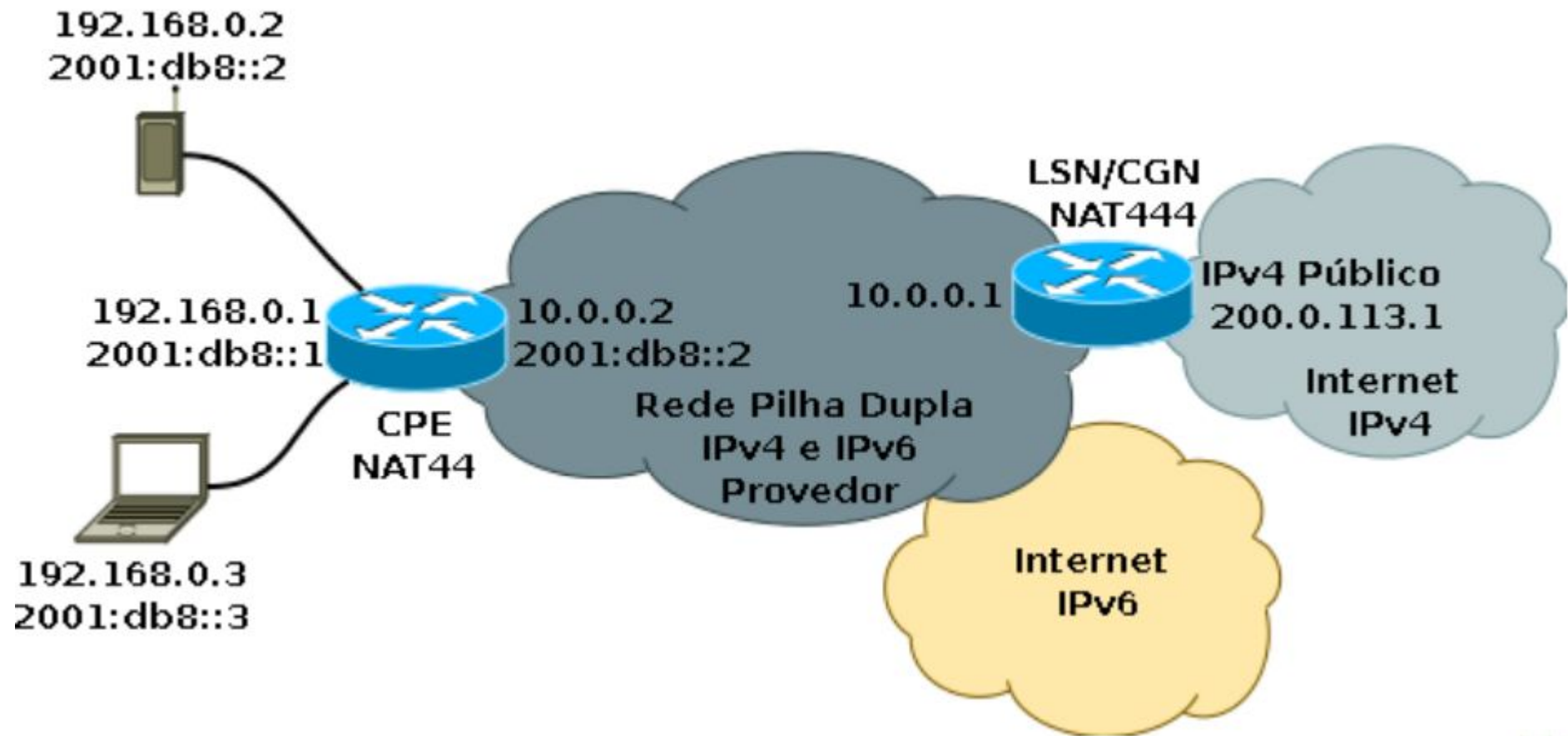
A+P



A+P

- O A+P (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
- O A+P consiste em compartilhar o mesmo IPv4 para diversos usuários, restringindo as faixas de portas que cada um deles pode usar
- O A+P é menos nocivo à arquitetura da Internet do que o NAT

NAT 444



NAT 444

- O NAT444 **não é uma técnica de transição** para o IPv6, mas uma forma de prolongar a vida útil do IPv4, por meio do compartilhamento
- O NAT444 pode ser usado, contudo, em conjunto com a implantação do IPv6
- O NAT444 implica na utilização de **dois NATs**, um no provedor, outro no usuário, e quebra a conectividade fim a fim, e potencialmente diversas aplicações

100.64.0.0/10

Classificação das Técnicas

- Deve-se usar pilha dupla, se não houver falta de endereços IPv4
- A Internet caminha para ser somente IPv6, deve-se preferir técnicas que usem IPv6 nativo
- Deve-se evitar duplo NAT IPv4, o NAT444
 - Técnicas com dupla tradução e túneis IPv4 sobre IPv6 evitam a necessidade do duplo NAT, para compartilhar o IPv4
- Stateless preferível a stateful
- Caso stateful seja necessário, que seja preferivelmente do lado do usuário, e não do provedor

Dúvidas?



Obrigado !!!

nic.br egi.br

www.nic.br | www.cgi.br