

Implantação de IPv6 na RNP e estudo de caso com NAT64

Guilherme Ladvocat
RNP



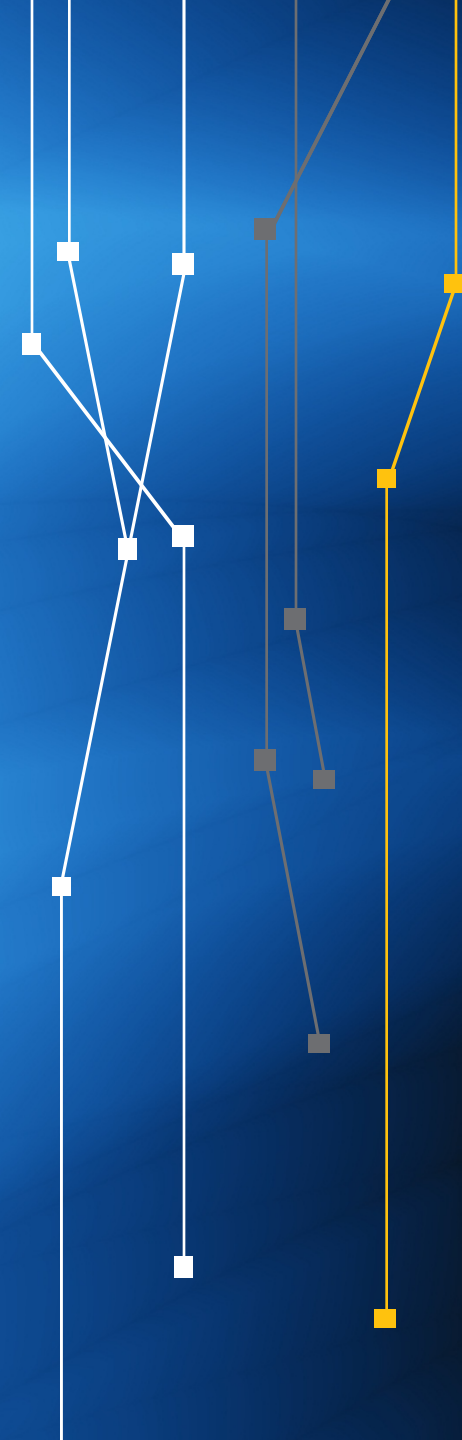
MINISTÉRIO DA
DEFESA

MINISTÉRIO DA
CULTURA

MINISTÉRIO DA
SAÚDE

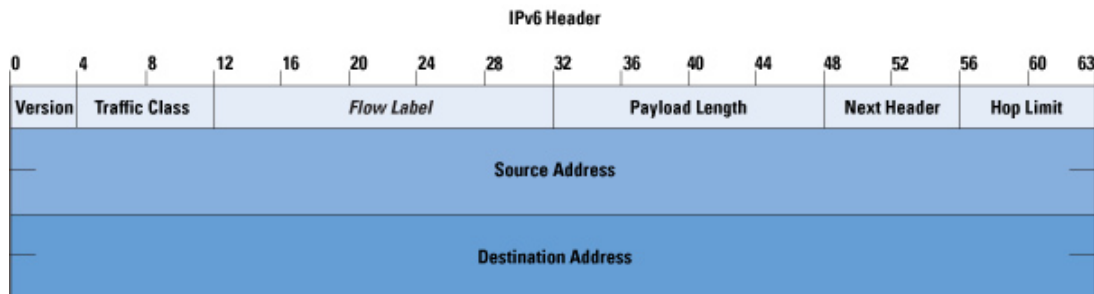
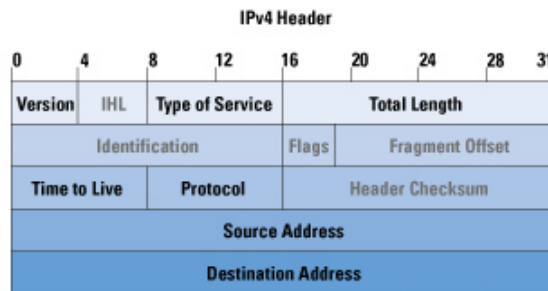
MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO

MINISTÉRIO DA
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES**



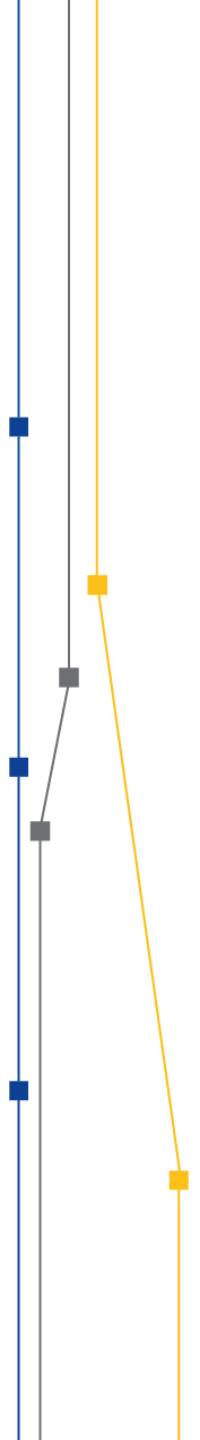
O que é IPv6?

- Definido pela RFC 2460 (1998);
- IPv6 possui endereços de 128 bits:
 $2^{128} = 3,4028236692093846346337460743177e+38$
- IPv4 possui endereços de 32 bits:
 $2^{32} = 4.294.967.296$



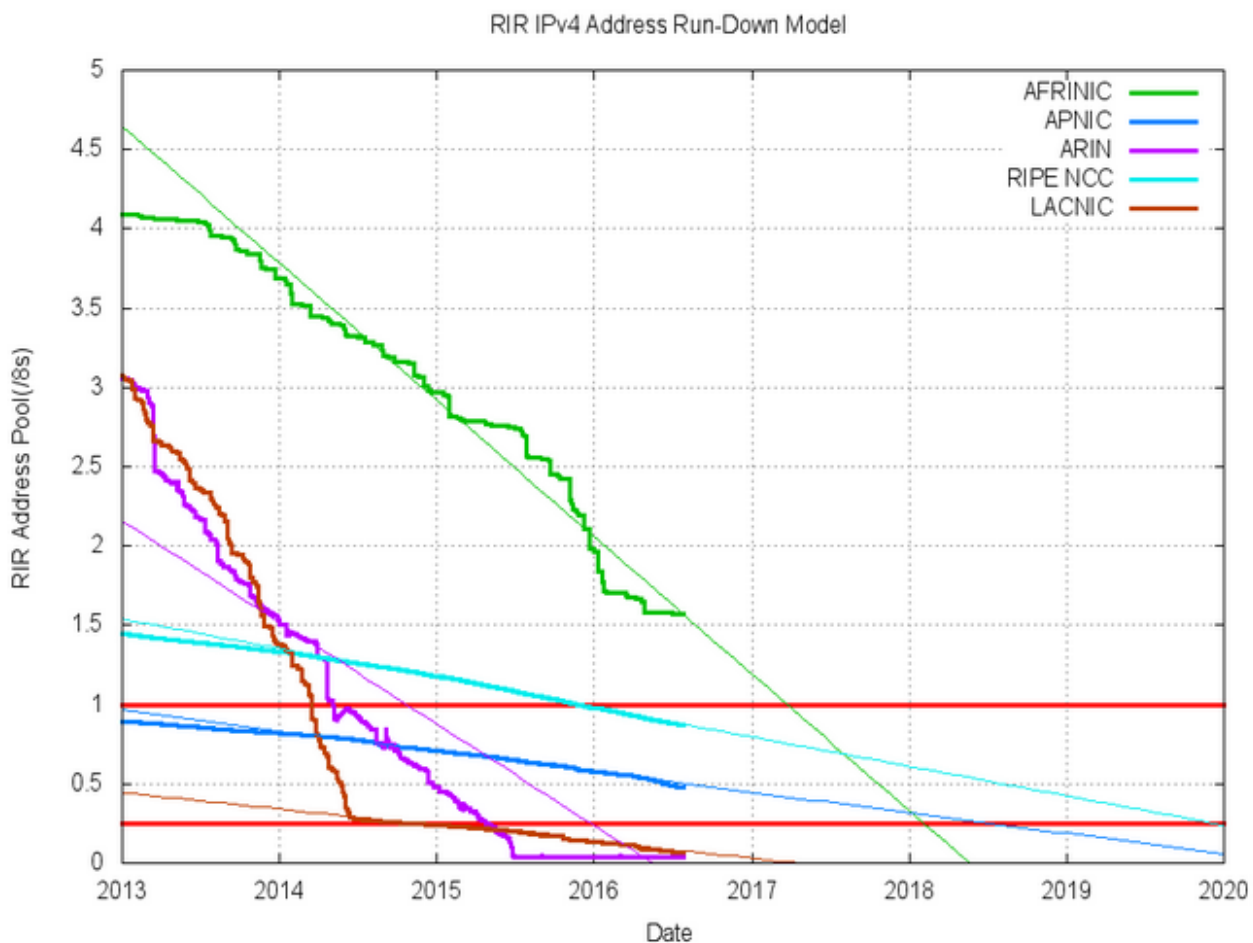
Por que IPv6?

- Escalabilidade, disponibilidade, IoT, BYOD, etc.
- Implicações do uso de NAT:
 - É um facilitador para criminosos se esconderem;
 - Difícil gerenciamento de logs;
 - Um filtro ao IP de NAT pode indisponibilizar a rede inteira a um determinado destino;
 - Falso sentimento de segurança;
 - Dificulta o provisionamento de serviços e troubleshooting;
 - Pode ser uma técnica problemática para certas aplicações.



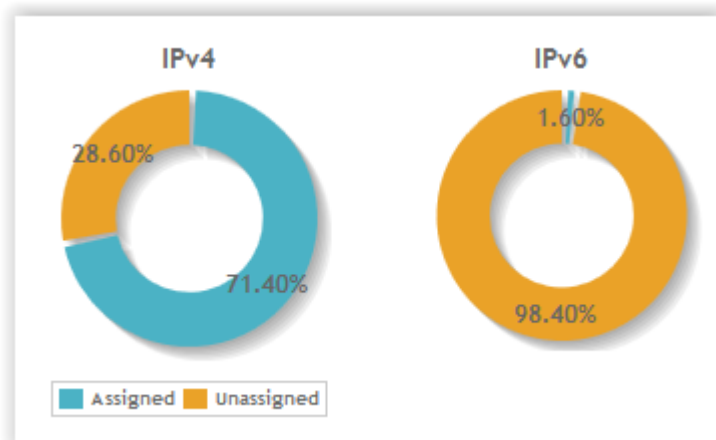
Esgotamento de endereços IPv4 nos RIR

Previsão de esgotamento de endereços IPv4 nos RIR.



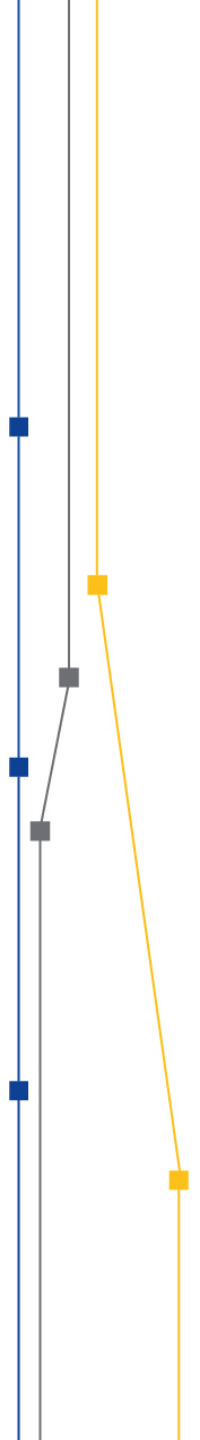
Disponibilidade de endereços IPv4 na RNP

- IPv4: 71,4% alocado (em 22/11/16);
- Pedidos de blocos IPv4 ao Registro.br limitam-se a um /22 a cada 6 meses.



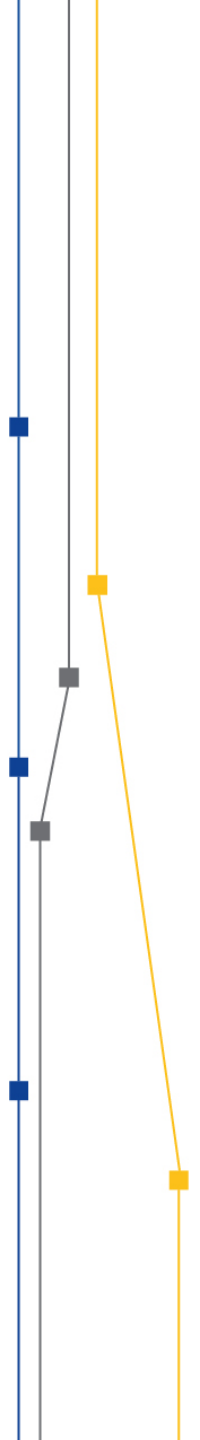
Implicações a clientes

- Limitação de crescimento sem uso de NAT;
- Implicações legais de acordo com a Lei N^o 12.965;
- Ministério do Planejamento
 - "Plano de Disseminação do Uso IPv6"
 - Meta final: setembro/2018.
- Mandados judiciais: dificuldade de identificar usuários que estão atrás de um NAT.

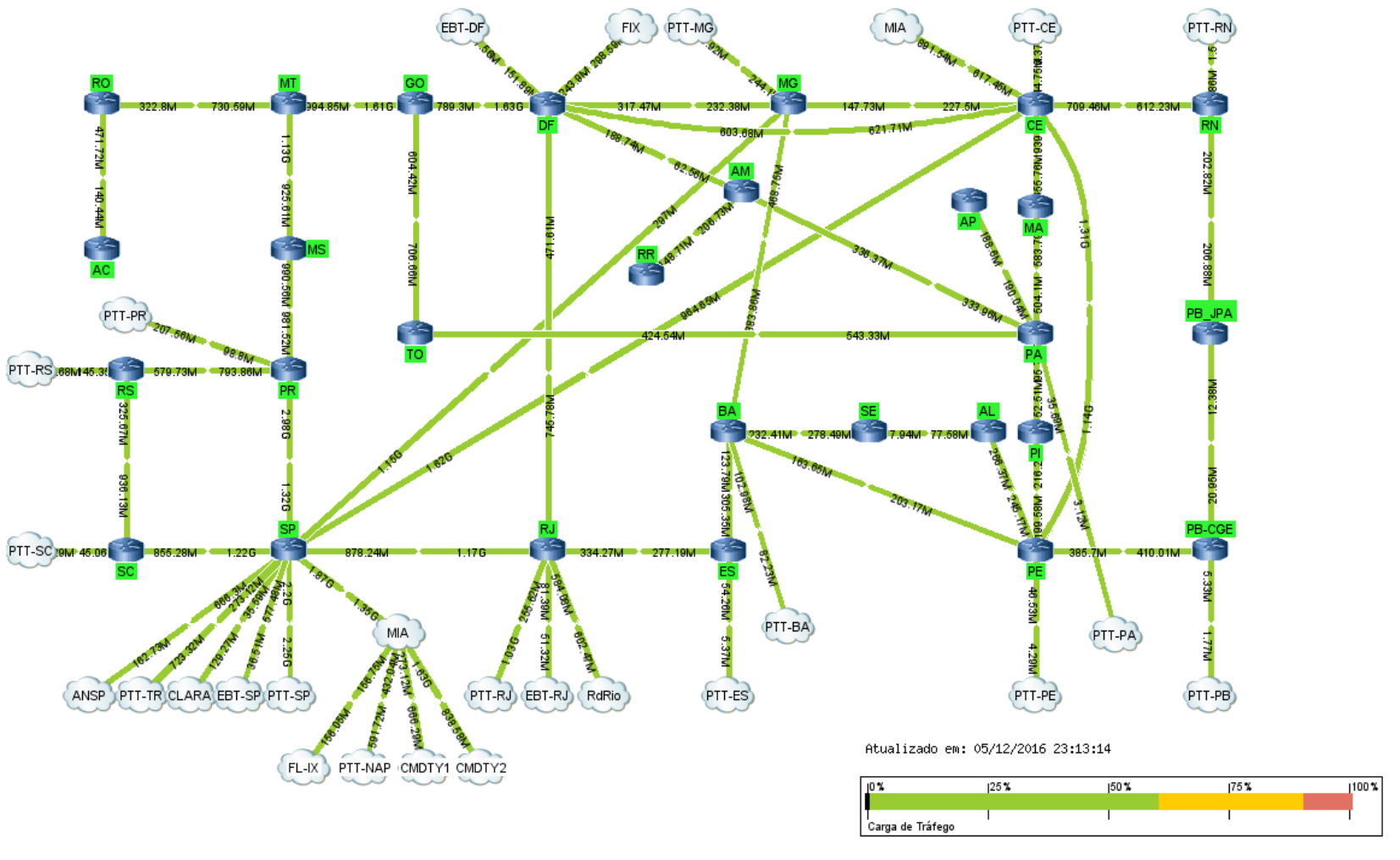


Adoção do protocolo IPv6 na RNP

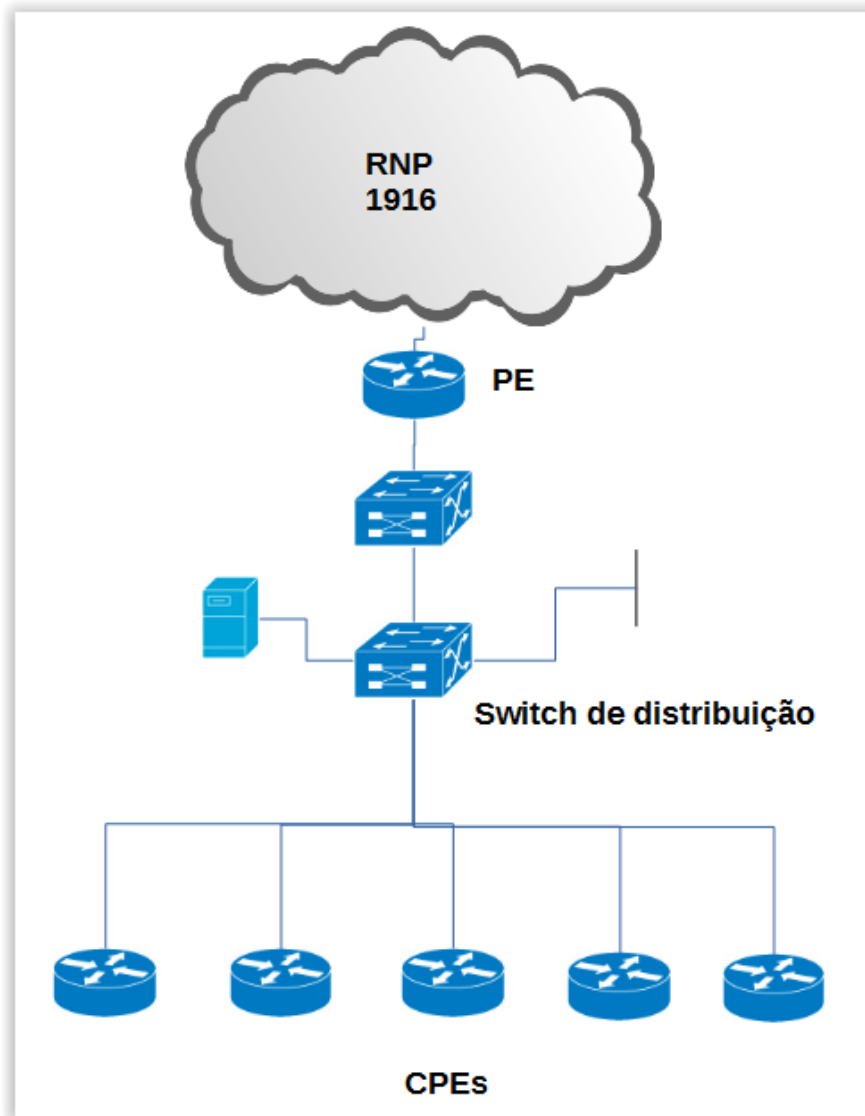
- O backbone da RNP suporta IPv6 desde o ano 2001;
- Adoção pouco expressiva por parte de nossos clientes;
- Projeto de alocação de IPv6 a clientes.



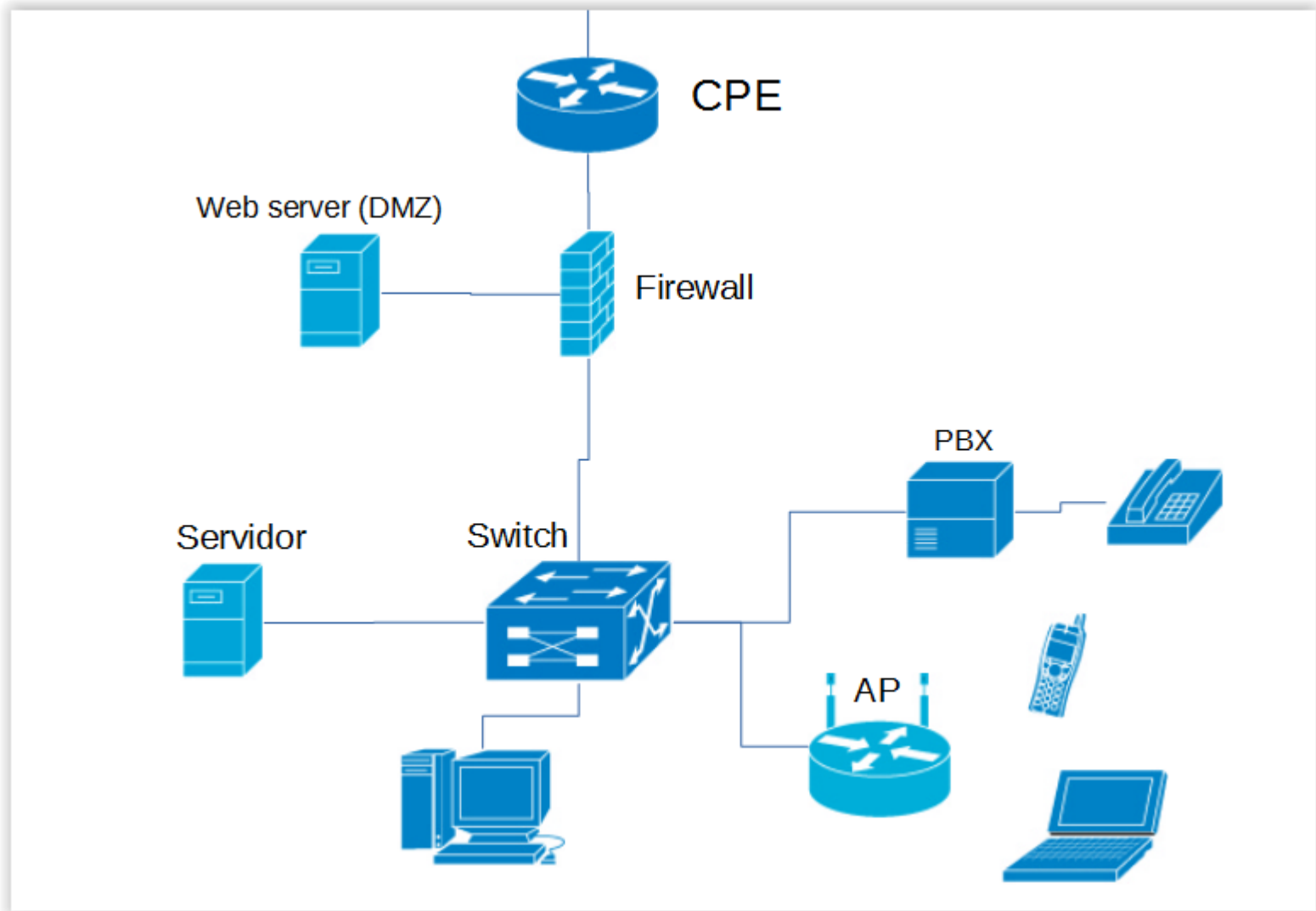
Infraestrutura do backbone da RNP



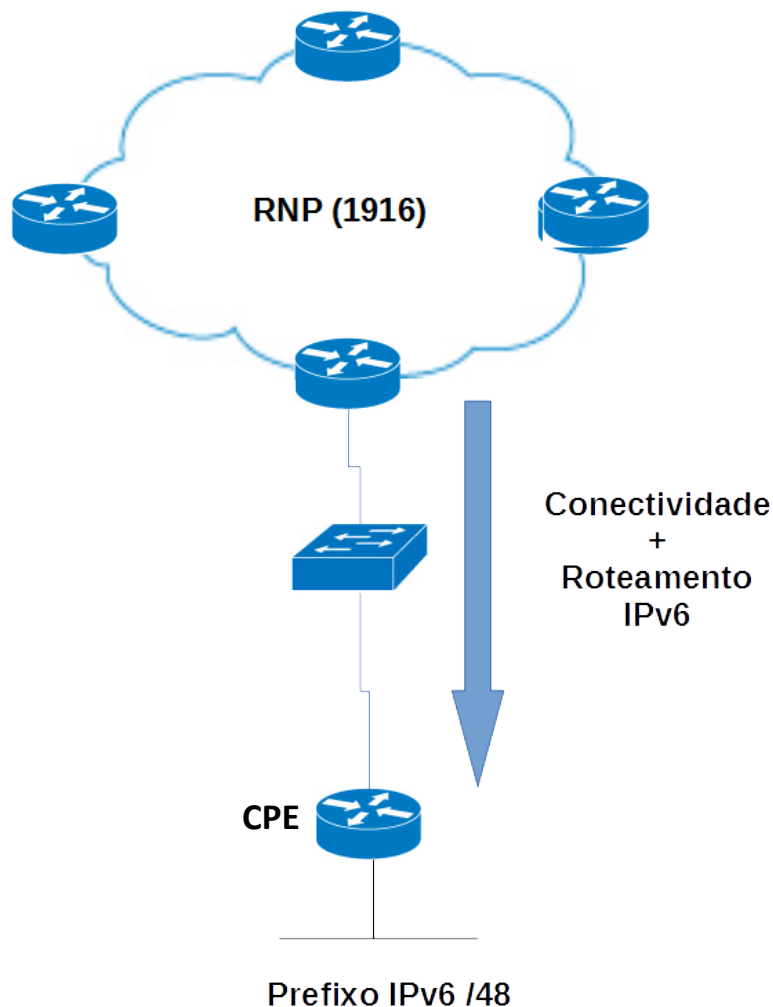
Infraestrutura dos Pontos de Presença



Infraestructura de clientes



Projeto de alocação de IPv6 a clientes



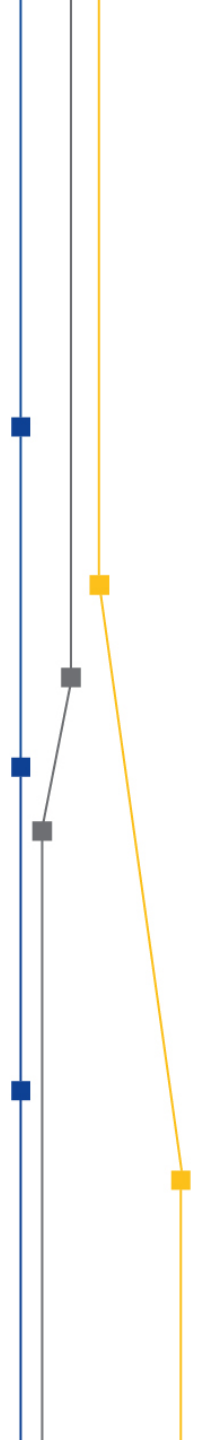
Em 2016, 546 unidades foram contempladas pelo projeto;

Configuração do protocolo até a última milha;

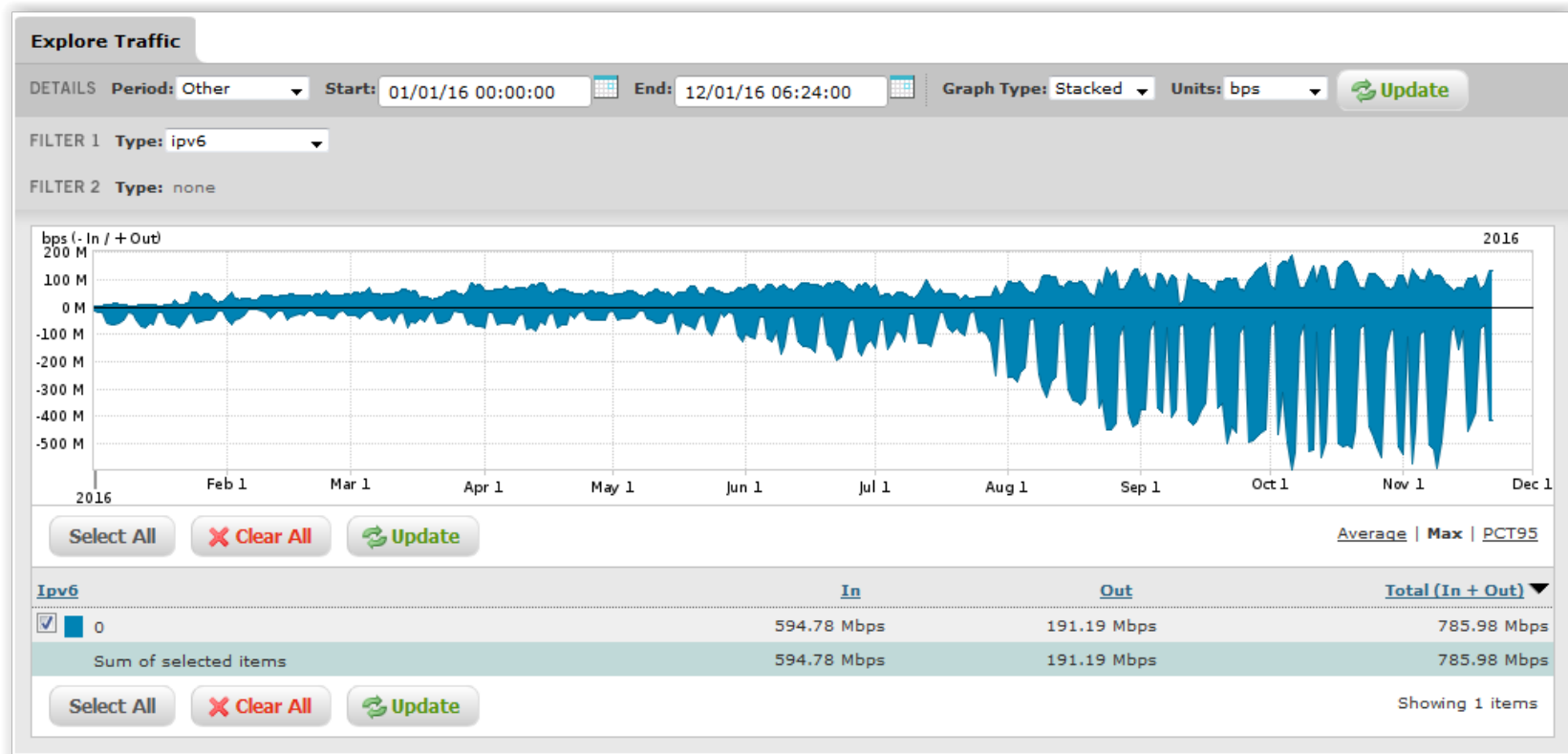
Alocação e configuração de prefixos IPv6;

Implantação abordou diferentes fabricantes: Juniper, Cisco, Brocade e Extreme;

Alguns casos de operadoras com necessidade de upgrade de firmware em equipamentos de transmissão.

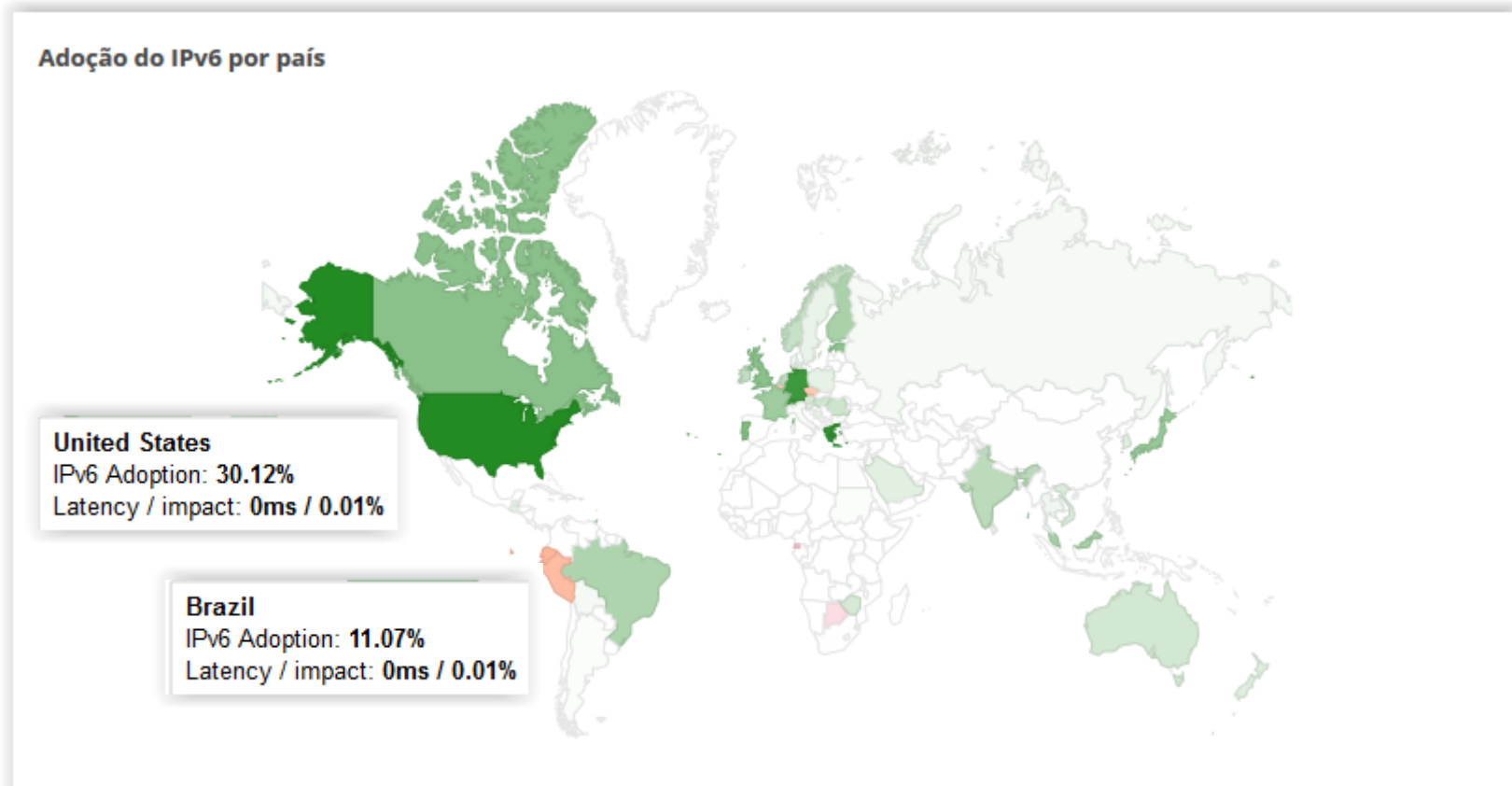


Evolução do uso de IPv6 na RNP (2016)



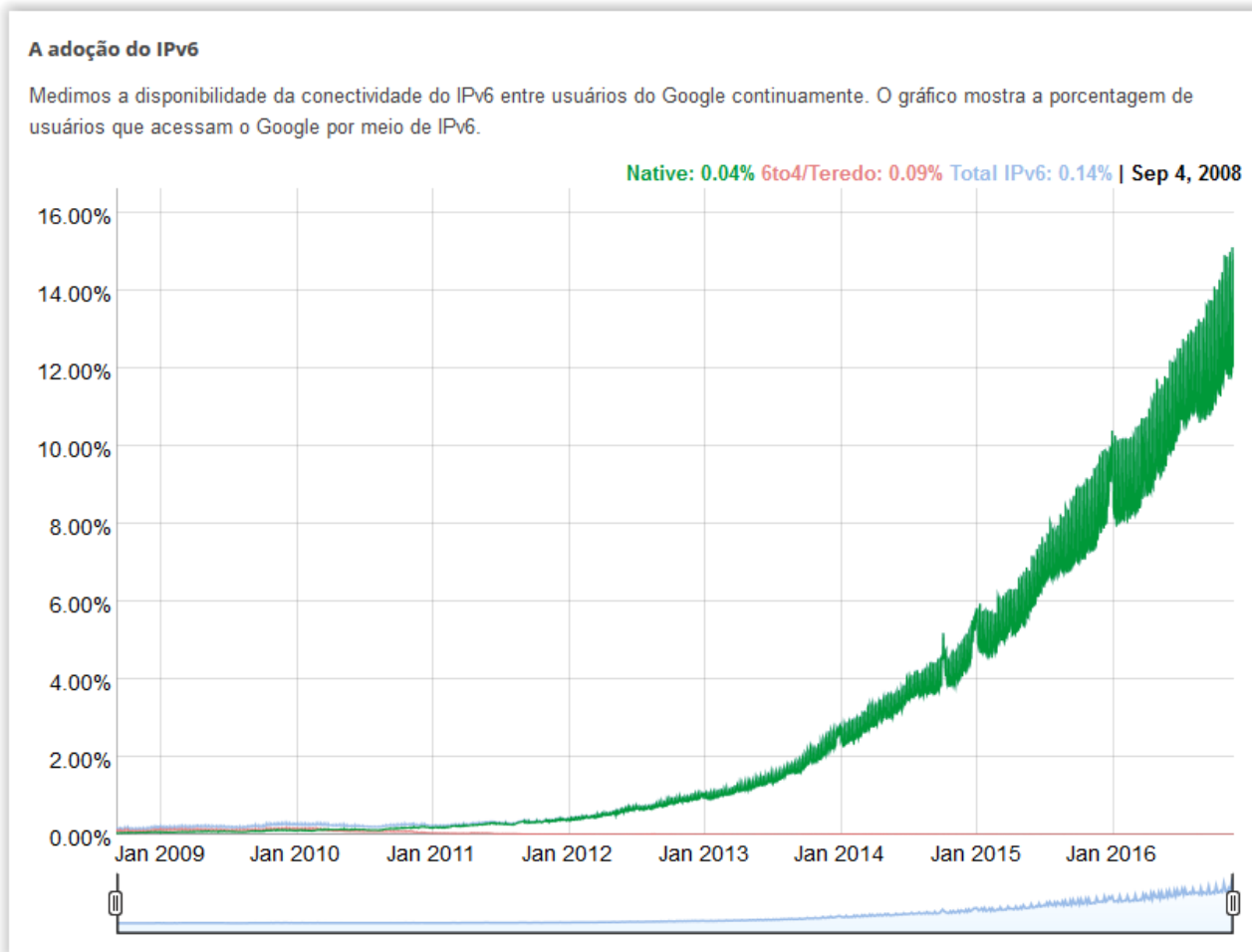
*Coleta parcial, pois somente alguns roteadores suportam coleta de fluxos IPv6

Adoção do IPv6 no mundo



Fonte: <https://www.google.com/intl/pt-BR/ipv6/statistics.html>
(29/11/16)

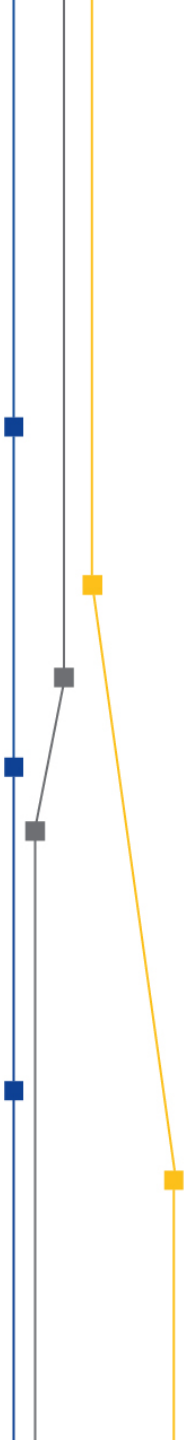
Adoção de IPv6 no mundo



Fonte: <https://www.google.com/intl/pt-BR/ipv6/statistics.html>
(29/11/16)

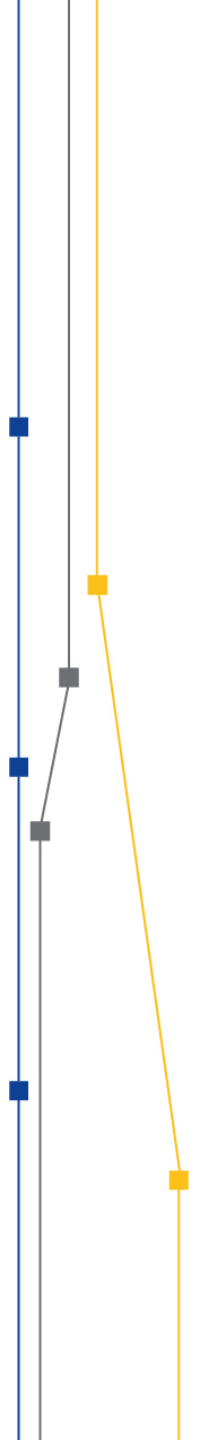
Técnicas de transição IPv4 / IPv6

- **Pilha Dupla (Dual-stack):** consiste na coexistência entre os dois protocolos, funcionando em paralelo e de forma independente;
- **Túneis:** utilizados para transportar pacotes IPv6 em redes IPv4 e vice-versa;
- **Tradução:** tradução dos cabeçalhos IP.

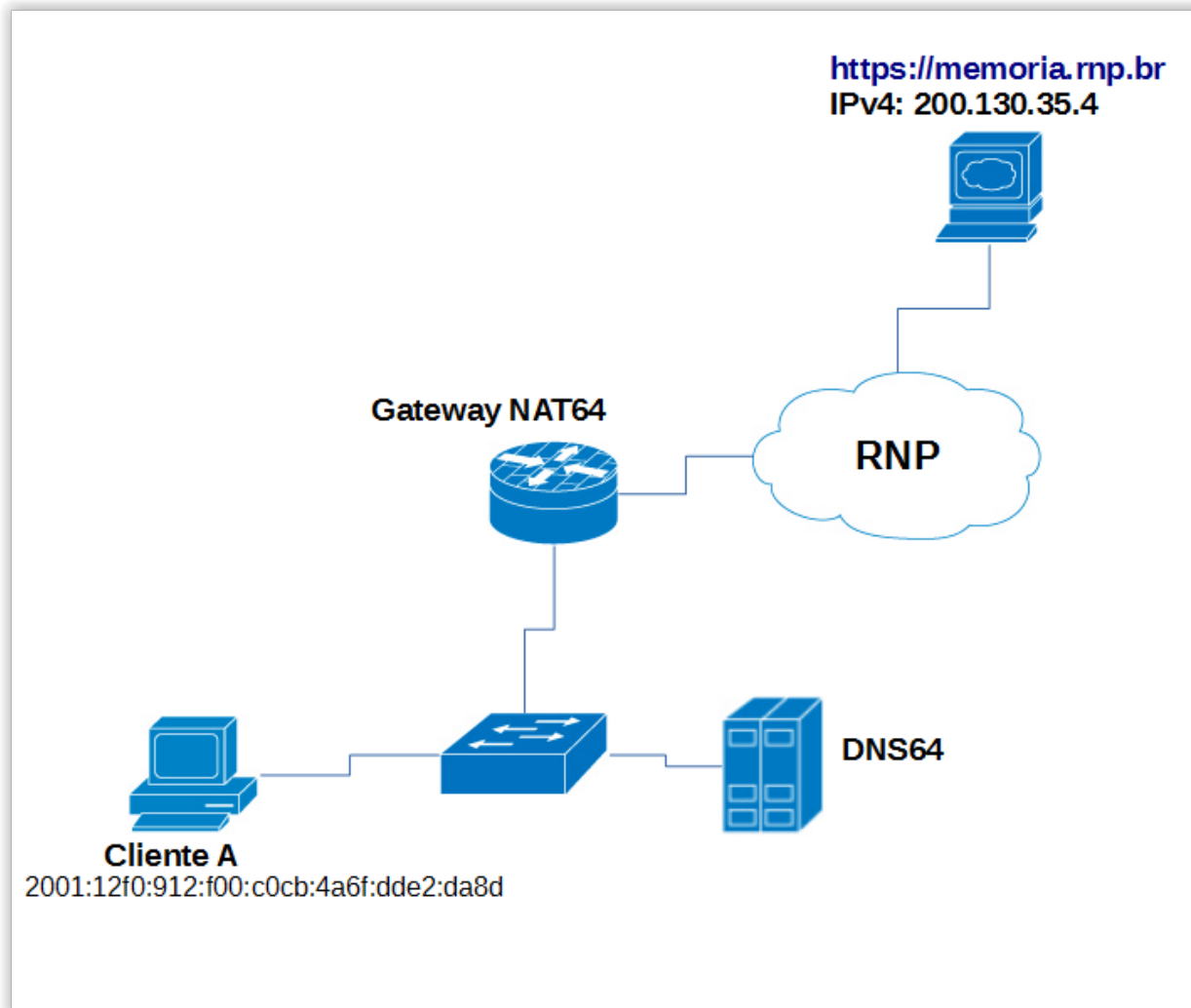


Network Address Translation 64 - NAT64

- **Características / Funcionalidades:**
 - Funciona com uma rede interna puramente IPv6;
 - Faz a tradução de cabeçalhos IPv6 -> IPv4 e vice-versa;
 - DNS64 integra a solução traduzindo endereços IPv4 para IPv6 (A para AAAA).
- **Laboratório provido pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)**



NAT64 – Estudo de caso

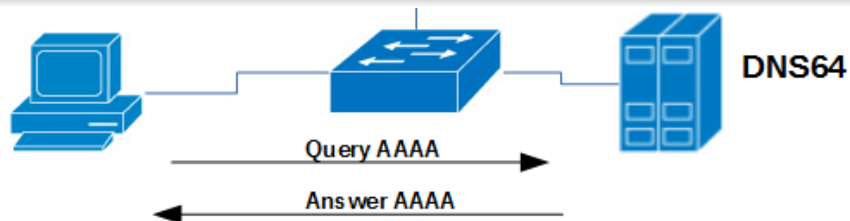


NAT64 - Estudo de caso

```

Frame 464: 94 bytes on wire (752 bits), 94 bytes captured (752 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: ExtremeN_97:b3:ee (00:04:96:97:b3:ee), Dst: Vmware_0e:e7:a1 (00:0c:29:0e:e7:a1)
Internet Protocol Version 6, Src: 2001:12f0:912:a00::1, Dst: 2001:12f0:912:f00:c0cb:4a6f:dde2:da8d
User Datagram Protocol, Src Port: 53 (53), Dst Port: 55598 (55598)
Domain Name System (response)
  [Request In: 464]
  [Time: 0.001867833 seconds]
  Transaction ID: 0x136a
  Flags: 0x8180 Standard query response, No error
  Questions: 1
  Answer RRs: 2
  Authority RRs: 4
  Additional RRs: 0
  Queries
    memoria.rnp.br: type AAAA, class IN
      Name: memoria.rnp.br
      [Name Length: 14]
      [Label Count: 3]
      Type: AAAA (IPv6 Address) (28)
      Class: IN (0x0001)
  Answers
    memoria.rnp.br: type CNAME, class IN, cname kerberos.na-df.rnp.br
    kerberos.na-df.rnp.br: type AAAA, class IN, addr 64:ff9b::c882:2304
  Authoritative nameservers

```



NAT64 - Estudo de caso

<https://memoria.rnp.br>
IPv4: 200.130.35.4



```
▶ Frame 474: 94 bytes on wire (752 bits), 94 bytes captured (752 bits) on interface 0
▶ Ethernet II, Src: 00:0c:29:0e:e7:a1, Dst: 00:04:96:97:b3:ee
▶ Internet Protocol Version 6, Src: 2001:12f0:912:f00:c0cb:4a6f:dde2:da8d, Dst: 64:ff9b::c882:2304
▶ Transmission Control Protocol, Src Port: 48096 (48096), Dst Port: 443 (443), Seq: 0, Len: 0
  Source Port: 48096
  Destination Port: 443
  [Stream index: 14]
  [TCP Segment Len: 0]
  Sequence number: 0 (relative sequence number)
  Acknowledgment number: 0
  Header Length: 40 bytes
▶ Flags: 0x002 (SYN)
  Window size value: 28800
  [Calculated window size: 28800]
▶ Checksum: 0xfa63 [validation disabled]
  Urgent pointer: 0
▶ Options: (20 bytes), Maximum segment size, SACK permitted, Timestamps, No-Operation (NOP), Window scale
```



Cliente A

2001:12f0:912:f00:c0cb:4a6f:dde2:da8d



DNS64

NAT64 - Estudo de caso

<https://memoria.rnp.br>
IPv4: 200.130.35.4



```
▸ Frame 2: 82 bytes on wire (656 bits), 82 bytes captured (656 bits) on interface 0
▸ Ethernet II, Src: 00:04:96:97:b3:ee, Dst: 00:0c:29:0e:e7:a1
▸ Internet Protocol Version 6, Src: 64:ff9b::c882:2304, Dst: 2001:12f0:912:f00:c0cb:4a6f:dde2:da8d
▸ Transmission Control Protocol, Src Port: 443 (443), Dst Port: 48096 (48096), Seq: 0, Ack: 1, Len: 0
  Source Port: 443
  Destination Port: 48096
  [Stream index: 0]
  [TCP Segment Len: 0]
  Sequence number: 0 (relative sequence number)
  Acknowledgment number: 1 (relative ack number)
  Header Length: 28 bytes
▸ Flags: 0x012 (SYN, ACK)
  Window size value: 65535
  [Calculated window size: 65535]
▸ Checksum: 0x9ce0 [validation disabled]
  Urgent pointer: 0
▸ Options: (8 bytes), Maximum segment size, SACK permitted, End of Option List (EOL)
▸ [SEQ/ACK analysis]
```



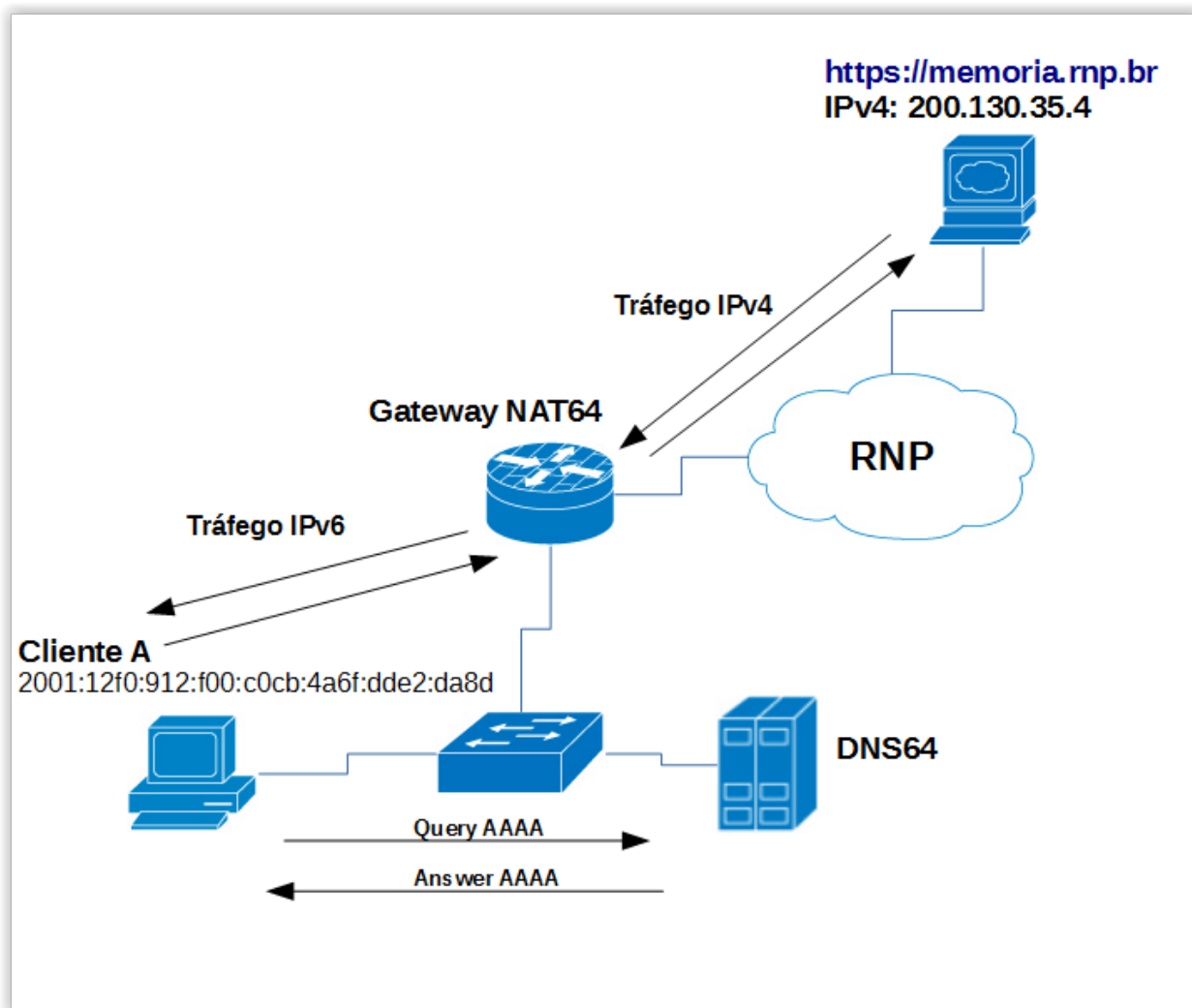
Cliente A

2001:12f0:912:f00:c0cb:4a6f:dde2:da8d



DNS64

NAT64 - Estudo de caso



Configuração do gateway NAT64

Palo Alto 5050

		Original Packet							Translated Packet	
	Name	Tags	Source Zone	Destination Zone	Desti... Inter...	Source Address	Destination Address	Service	Source Translation	Destination Translation
1	NAT_64_UFPE_POP	none	UFPE	POP-RNP	any	2001:12f0:912::/48	64:ff9b::/96	any	dynamic-ip-and-port ethernet1/24 200.133.31.2/29	none
2	NAT_64_UFPE_DMZ	none	UFPE	DMZ-UFPE	any	2001:12f0:912::/48	64:ff9b::/96	any	dynamic-ip-and-port ethernet1/21 150.161.100.254/29	none
3	NAT_64_UFPE_GER...	none	UFPE	GERENCIA	any	2001:12f0:912::/48	64:ff9b::/96	any	dynamic-ip-and-port ethernet1/21 150.161.100.254/29	none

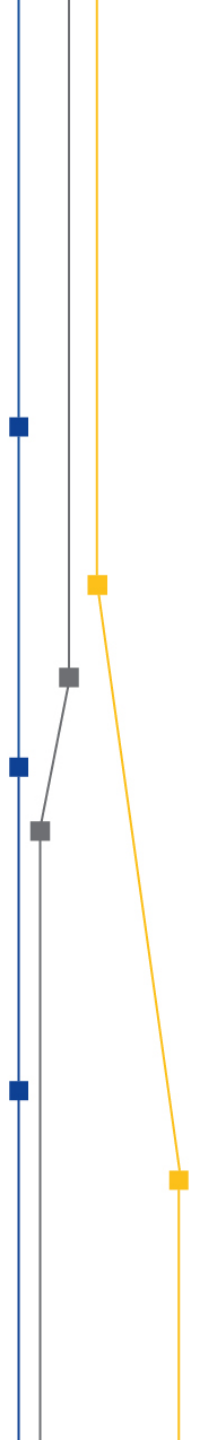
DNS64

- Responde a consultas AAAA, convertendo endereços IPv4 (A) para IPv6 (AAAA).

Configuração do BIND9 no arquivo "named.conf.local":

```
forwarders {
    2001:4860:4860::8888; \\Encaminhador Consulta DNS
};

view "dns64" {
    dns64 64:ff9b::/96 {
        clients { any; };
        exclude { 64:ff9b::/96; ::ffff:0000:0000/96; };
        suffix ::;
    }
}; //end view dns64
```



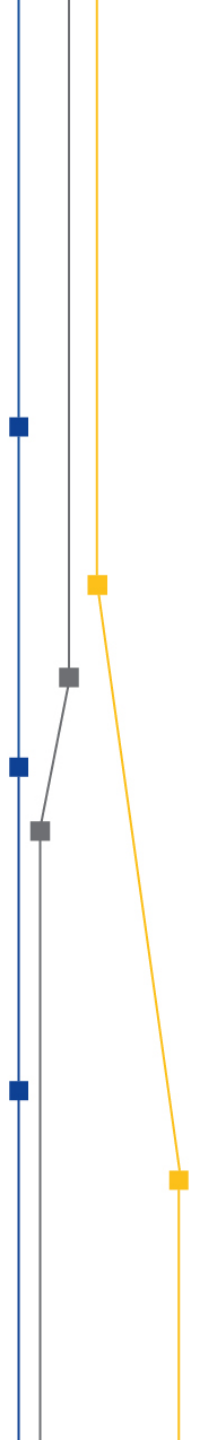
Homologação de aplicações

Aplicações que funcionaram:

- Teamviewer
- Mconf
- Filesender@rnp
- NTP
- FTP
- Telnet
- SSH
- HTTP
- HTTPS
- Java
- Ping
- Traceroute
- NMAP

Aplicação que não funcionou:

- Skype



HTTP

The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window with the title "Test your IPv6. - Mozilla Firefox". The address bar shows "www.test-ipv6.com". The page content includes:

- Navigation links: Test IPv6, FAQ, Mirrors, stats
- Section header: **Test your IPv6 connectivity.**
- Summary tab selected, with other tabs: Tests Run, Share Results / Contact, Other IPv6 Sites, For the Help Desk
- Test results:
 - Information icon: Your IPv4 address on the public Internet appears to be 200.133.31.2
 - Information icon: Your IPv6 address on the public Internet appears to be 2001:12f0:912:f00:5c2b:ead:23d9:94da
 - Information icon: Your Internet Service Provider (ISP) appears to be Associação Rede Nacional de Ensino e Pesquisa, BR
 - Information icon: Since you have IPv6, we are including a tab that shows how well you can reach other IPv6 sites. [\[more info\]](#)
 - Checkmark icon: **Good news!** Your current configuration will continue to work as web sites enable IPv6.
 - Warning icon: NAT64 detected. IPv6 works. IPv4 works for most purposes. Applications that are hard-coded for IPv4-only will fail. We are aware of at least one major voice-over-ip program that falls into this category. Your application's support staff may need a nudge to add proper IPv6 support.
 - Checkmark icon: Your DNS server (possibly run by your ISP) appears to have IPv6 Internet access.
- Readiness score: **Your readiness score**
10/10 for your IPv6 stability and readiness, when publishers are forced to go IPv6 only
- Link: Click to see [test data](#)
- Footnote: (Updated server side IPv6 readiness stats)
- Footer: This instance of test-ipv6.com is provided by [PoP-PR/RNP](#)
- Copyright: Copyright (C) 2010, 2016 Jason Fester. All rights reserved. Version 1.1.510 (9b92a48)
- Footer links: [Mirrors](#) | [Source](#) | [Email](#) | [Attributions](#) | [Debug](#) | [en-US](#)

Teste de performance

The screenshot shows a web browser window with the URL <http://www.speedtest.net/>. The page features a dark theme and displays the following content:

- Navigation:** OOKLA, SPEEDTEST, PINGTEST, AWARDS. The tagline "The Global Standard in Internet Metrics" is visible.
- Header:** SPEEDTEST logo and navigation links: ADVERTISE, BECOME A HOST, MY RESULTS, SUPPORT, SETTINGS, LOGIN, CREATE ACCOUNT.
- Main Content:**
 - Get Google Chrome:** "Fast, simple & secure web browser for all your devices. Download now!" with a right-pointing arrow button.
 - Speedtest Results:**
 - PING: 2 ms
 - DOWNLOAD SPEED: 93.92 Mbps
 - UPLOAD SPEED: 94.64 Mbps
 - Buttons: NEW SERVER, TEST AGAIN (highlighted in green), SHARE THIS RESULT
 - Advertisements:**
 - 10 Gbps IP Transit \$2000/month:** Includes "IPv6+IPv4 and BGP for Your Network or Internet Company!".
 - Get Google Chrome (repeated):** "A fast, secure, and free browser for all your devices. Download now!"
 - Are you on RNP?:** "Take our Broadband Internet Survey!"
 - Measure the quality of your connection:** "BEGIN TEST" button.
 - 15 MEGA:** "POR APENAS R\$ 64,90 /MÊS". Button: PEÇA JÁ.
 - 15 MEGA POR R\$/MÊS:** "WI-FI E ANTIVÍRUS GRÁTIS". Button: ASSINE JÁ. Text: "OU LIGUE 3003-7303".
 - Gmail for Work:** "30% desconto". "Seja mais profissional com o e-mail personalizado." Button: Teste Grátis.
 - Footer:** "Carpina Hosted by PIERNET TELECOM".

The browser's taskbar at the bottom shows the Windows Start button, icons for Internet Explorer, File Explorer, and other applications. The system tray displays the date and time: 14:46, 25/07/2016.

MConf (HTTPS)

The screenshot displays the MConf web interface in a browser window. The address bar shows the URL `https://live-idc03.mconf.rnp.br` and the user name `Guilherme Branco Ladvocat`. The interface includes a sidebar with a user list, a main content area with a welcome message and control instructions, and a chat window on the right.

Usuários

Papel	Nome	Mídia
	Guilherme Brar	
	Lab NAT64 (vc	

Apresentação: default.pdf

Bem-vindo!

Participante e convidado

Você pode começar a compartilhar seu áudio e vídeo utilizando os controles do canto superior esquerdo da sala de webconferência.

O sinal verde significa que o áudio, vídeo e gravação estão sendo executados

Ativar áudio e vídeo

Clique aqui para silenciar seu microfone

Moderador / Apresentador

Você possui recursos específicos, de acordo com a sua função, que te auxiliam na administração ou apresentação da webconferência.

Clique aqui para carregar um documento (na parte inferior do pod de apresentação)

Clique para compartilhar sua tela

Apresentador

Atual

Clique para transferir a função de apresentador

Clique para promover usuário a moderador ou expulsá-lo da sala

Janela de vídeos

Bate-papo

Público Opções

14:13

Bem-vindo(a) a **Guilherme Branco Ladvocat!**

Para compartilhar o seu microfone, clique no botão com um headset (à esquerda da barra superior). Use um headset para ter uma melhor experiência de áudio com menos ruídos.

Enviar

Serviço de Conferência Web de RNP - `conferenciaweb.rnp.br` by Mconf © 2016

Português (Brasileiro) Webconferência

14:14 25/07/2016

Java

The screenshot shows a web browser window with the URL http://java.com/pt_BR/download. The page title is "Verificar Versão do Java". The main content area features a red header with the Java logo and navigation links "Fazer Download" and "Ajuda". A search bar is also present. The main message is "Versão do Java Verificada" (Java Version Verified) with a green checkmark icon and the text "Parabéns! Você tem o Java recomendado instalado (Version 8 Update 101)." (Congratulations! You have the recommended Java installed (Version 8 Update 101)).

On the left side, there is a sidebar with the following sections:

- Recursos da Ajuda
 - » [O que é o Java?](#)
 - » [Remover Versões Mais Antigas](#)
 - » [Desativar o Java](#)
 - » [Mensagens de Erro](#)
 - » [Solucionar Problemas do Java](#)
 - » [Outro Tipo de Ajuda](#)
- Todos os Downloads do Java
- Se você desejar fazer download do Java para outro computador ou Sistema Operacional, clique no link abaixo.
[Todos os Downloads do Java](#)

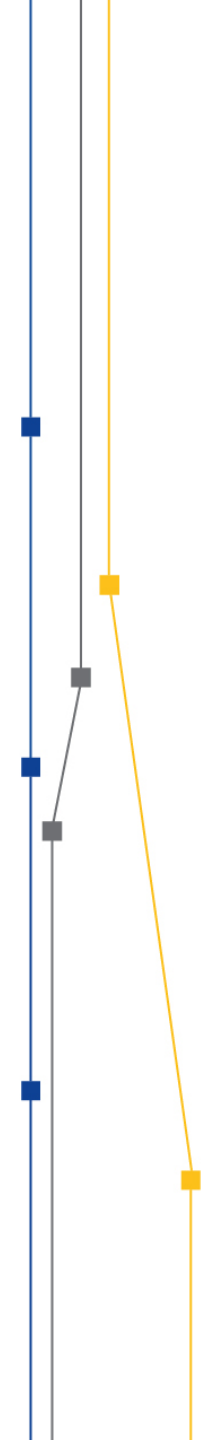
At the bottom of the page, there are links for "Selecionar Idioma", "Sobre o Java", "Suporte", "Desenvolvedores", "Privacidade", "Preferências de cookies", "Termos de Uso", "Marcas Comerciais", and "Isenção de Responsabilidade". The Oracle logo is visible in the bottom right corner of the page content.

The Windows taskbar at the bottom shows the system tray with the date "25/07/2016" and time "14:49".

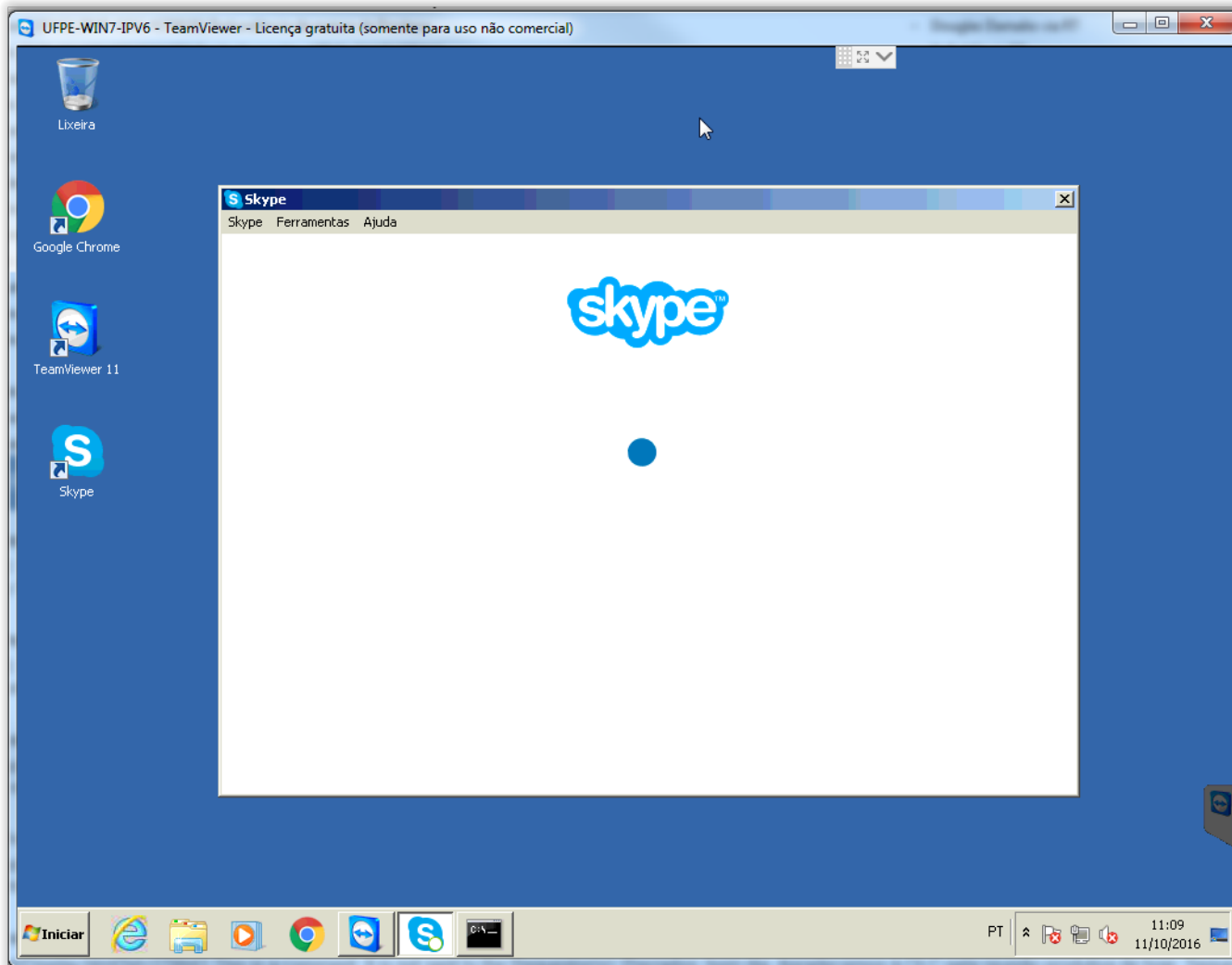
Ping6 e Traceroute6

```
ufpe : bash — Konsole
Arquivo  Editar  Exibir  Favoritos  Configurações  Ajuda
ufpe@ufpe-mint-ipv6 ~ $ ping6 -c 4 -n memoria.rnp.br
PING memoria.rnp.br(64:ff9b::c882:2304) 56 data bytes
64 bytes from 64:ff9b::c882:2304: icmp_seq=1 ttl=55 time=42.4 ms
64 bytes from 64:ff9b::c882:2304: icmp_seq=2 ttl=55 time=42.5 ms
64 bytes from 64:ff9b::c882:2304: icmp_seq=3 ttl=55 time=42.8 ms
64 bytes from 64:ff9b::c882:2304: icmp_seq=4 ttl=55 time=42.5 ms

--- memoria.rnp.br ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3004ms
rtt min/avg/max/mdev = 42.439/42.597/42.838/0.207 ms
ufpe@ufpe-mint-ipv6 ~ $ traceroute6 -n memoria.rnp.br
traceroute to kerberos.na-df.rnp.br (64:ff9b::c882:2304) from 2001:12f0:912:f00:5c2b:eead:23d9:94
da, 30 hops max, 16 byte packets
 1 2001:12f0:912:f00::254  2.091 ms  0.92 ms  0.459 ms
 2 2001:12f0:912:ffff::27  0.829 ms  0.651 ms  0.602 ms
 3 2001:12f0:912:ffff:150:161:100:254  0.964 ms  0.223 ms  0.222 ms
 4 64:ff9b::c885:1f01  1.056 ms  0.968 ms  2.926 ms
 5 * * *
 6 * * *
 7 * * *
 8 64:ff9b::c88f:ffaa  42.818 ms  43.807 ms  42.584 ms
 9 * * *
10 * * *
11 * * *
12 * * *
13 * * *
14 * * *
15 * * *
^C
ufpe@ufpe-mint-ipv6 ~ $
```



Skype



Outros recursos

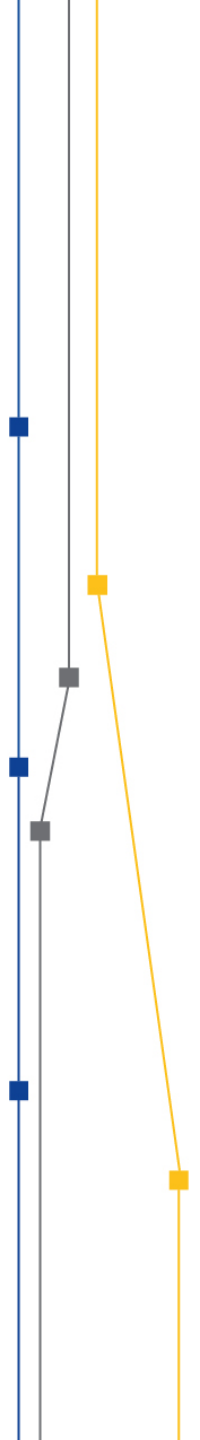
- DNS64 público:

<https://developers.google.com/speed/public-dns/docs/dns64>

- Implementação do NAT64 para sistemas Linux:

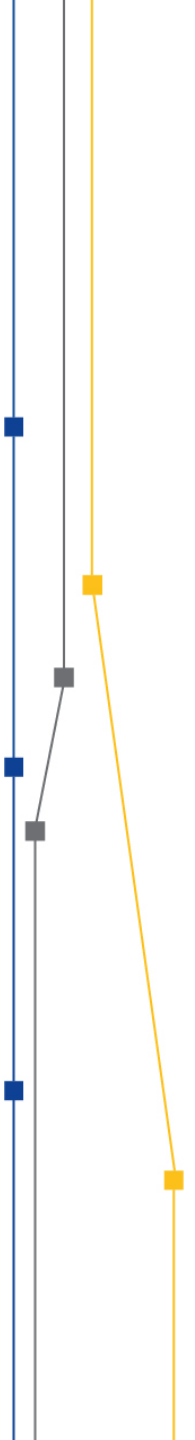
JOOL: <https://www.jool.mx>

TAYGA: <http://www.litech.org/tayga/>



Conclusão

- A implementação do protocolo IPv6 é imprescindível para suportar o constante crescimento da Internet;
- O NAT64 mostrou-se funcional dentre uma gama de aplicações demandantes por conectividade;
- Poucas limitações foram percebidas diante desta técnica de transição;
- As configurações são simples de implementar;
- Redes com grande densidade de usuários podem se beneficiar desta tecnologia.



Agradecimentos especiais

RNP:

Gerência de Operações

27 Pontos de Presença da RNP

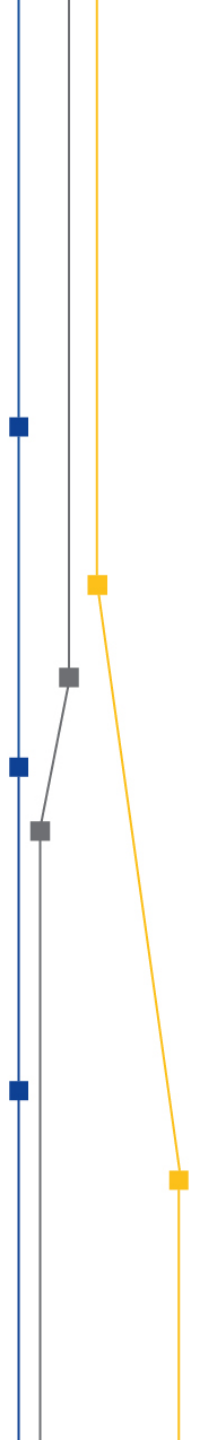
Universidade Federal de Pernambuco:

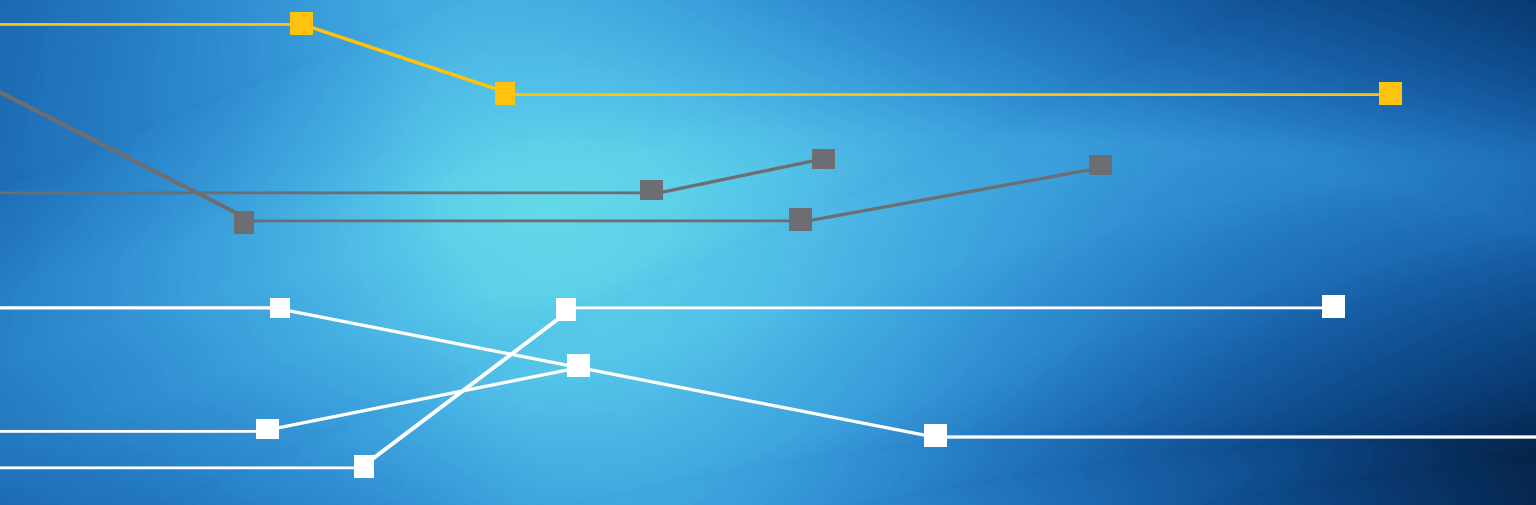
Professor José Augusto Suruagy Monteiro

Eduardo Ramos

Edivaldo Cavalcante

NTI





Obrigado!
guilherme.ladvocat@rnp.br

Perguntas ?



MINISTÉRIO DA
DEFESA

MINISTÉRIO DA
CULTURA

MINISTÉRIO DA
SAÚDE

MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO

MINISTÉRIO DA
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES**

