

A evolução dos mecanismos de transição até as redes somente IPv6



GTER 52 - 05::12::2023

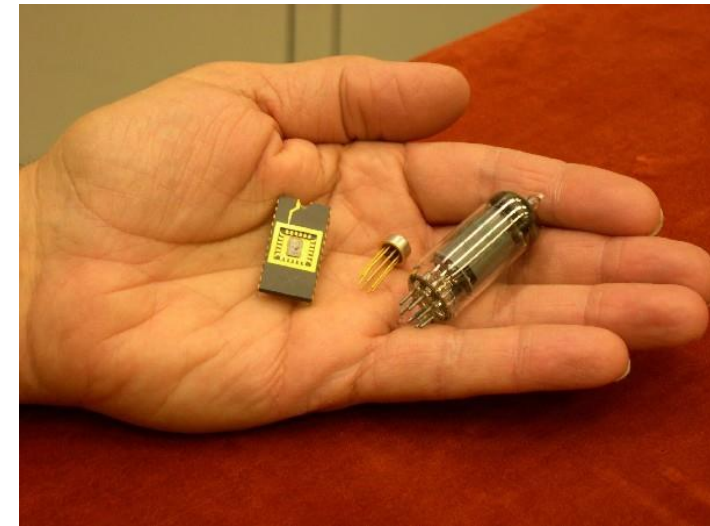
Henri Alves de Godoy

Agenda

- Exemplos de Transições
- Mecanismos IPv4-as-a-Service
- NAT64
- 464XLAT
- SIIT-DC
- Considerações Finais

Transições: Componentes e mídias digitais

- Relés (1939–1944)
- Válvulas(1942–1961)
- Transistor (1956–1979)
- Microprocessador (1971 – presente)



Fonte: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2015.0450>



1948



1963



1972



1982



1992

Fonte: <https://flypaper.soundfly.com/produce/from-discs-to-digital/>

Transições: TVs e padrões de Tomadas

- TV Analógica para Digital.
- Cronograma para o desligamento 2014 a 2023.
- Mecanismo de transição: conversores TV.



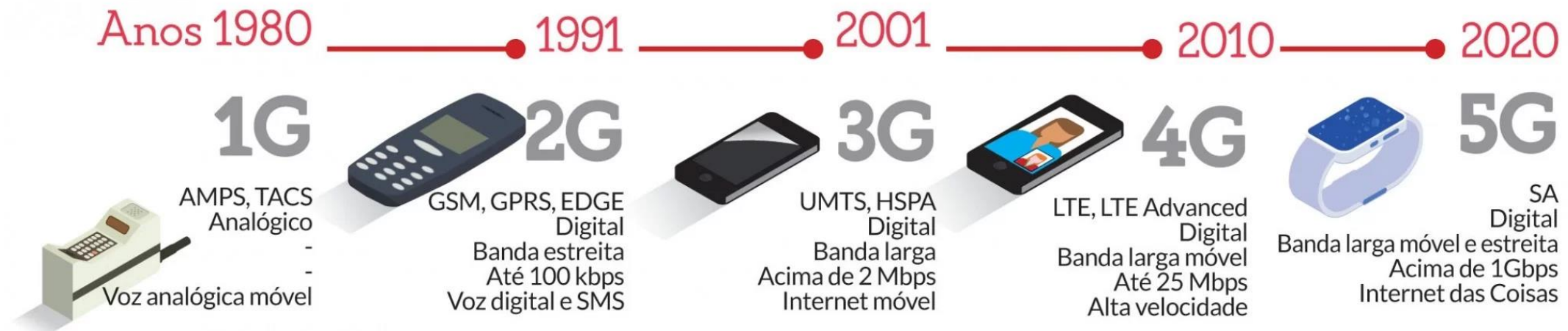
Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Transição_para_a_televisão_digital_no_Brasil

- Padrão de Tomadas Brasileiro
- 1998 – ABNT publica norma com padrão de plugues e tomadas.
- 2009 – Conmetro estabelece prazo até 2011 para cessar a venda de plugues e tomadas fora do padrão.
- Mecanismo de transição: adaptadores.



Fonte: http://www.inmetro.gov.br/portalarbmlq/Documentos_disponiveis/Documentos_Disponiveis/inmetro_plugues.pdf

Transições: Padrões Telefonia Móvel



Fonte: <https://www.jornalvs.com.br/noticias/regiao/2021/11/13/municipios-da-regiao-preparam-legislacao-para-instalar-mais-antenas.html>

≡ Agência Nacional de Telecomunicações

O que você procura?



🏠 > Assuntos > Notícias > Anatel promove Tomada de Subsídios para transição dos padrões 2G e 3G para 4G e 5G

REGULAÇÃO

Anatel promove Tomada de Subsídios para transição dos padrões 2G e 3G para 4G e 5G

Objetivo é colher contribuições que permitam a elaboração de um plano para se realizar uma transição coordenada com todos os atores envolvidos

Publicado em 17/10/2023 09h56

Compartilhe: [f](#) [X](#) [in](#) [🗨️](#) [🔗](#)

Transição para o IPv6



- Versões são incompatíveis. Portanto estamos num momento de transição.
 - Entregar pilha dupla (IPv4 e IPv6) não consideramos um mecanismo de transição, mas sim uma estratégia.
 - Não temos um cronograma ou plano para o desligamento do IPv4.
 - Mas temos mecanismos de transição para facilitar esse momento.
 - **Objetivo:**
 - Atender a demanda de crescimento de dispositivos a serem conectados na Internet.
 - Chegar a uma rede somente IPv6.
 - Eliminar o NAT44 (difícil largar).
 - Resgatar a conexão fim-a-fim na rede.
- RFC 2460 - IPv6 Specification - 1998
 - Projeto IPv6.br - 2008
 - World IPv6 Launch - 2011
 - RFC 8200 - Internet Standards IPv6 - 2017
 - 15 Anos IPv6 Brasil - 2023





Rede somente IPv6 (IPv6-only)

Definições:

1) O que temos hoje: É aquela que não possui IPv4 provisionado para os dispositivos na rede. O IPv4 não foi totalmente removido dos dispositivos de rede, apenas não é usado pelos dispositivos.

2) O que desejamos: Somente se a rede não estiver encaminhando IPv4 nativamente, nenhum endereço IPv4 está configurado, nem usado para gerenciamento, nem a rede está fornecendo transição/tradução, nem há trânsito/peering IPv4. (Internet-Draft IPv6-only Definition J. Palet)

Mecanismos de Transição (IPv4-as-a-Service)

Imperfeitos, porém não temos escolha atualmente. Quanto mais avançarmos com o IPv6, menos traduções são realizadas, ou seja, o uso desses mecanismos será cada vez menor.

- NAT64
- 464XLAT
- DS-Lite
- Lw4o6
- MAP-E
- MAP-T
- SIIT-DC



Ferramenta **Jool**

SIIT & NAT64

- Software de código aberto - <https://github.com/NICMx/Jool>
- Comunidade ativa, atualizações e correções mantida pela equipe de desenvolvedores do NIC México.
- É uma ferramenta estável, simples, fácil de usar, possui uma boa performance e não exige muita CPU e memória RAM.
- Logs de tradução gerado com detalhes. Importante para uma análise de incidentes de segurança.
- Plataformas: KVM, Proxmox, Xen, VirtualBox, VmWare.



Raspberry Pi 4

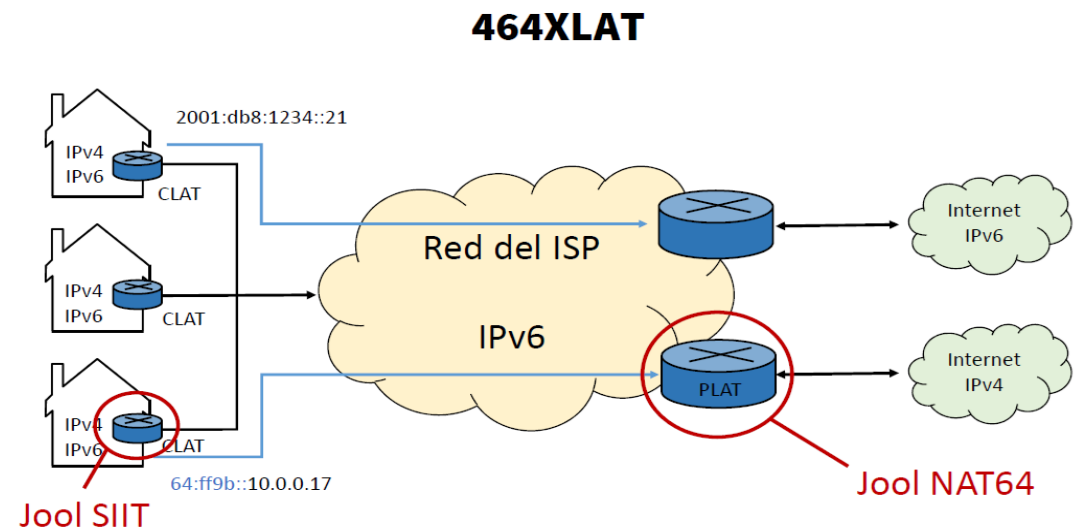
NAT64 - Network Address and Protocol Translation from IPv6 Clients to IPv4 Servers

- O mecanismo NAT64 é uma boa solução ?
- Mais utilizado e realiza tradução unicast de TCP, UDP, ICMP. (RFC 6146)
- Dispositivos legados ou sem suporte a IPv6 não serão atendidos pelo mecanismo.
- O DNS64 é necessário. (RFC 6147)
- Sistemas que possuem endereços IPv4 literais em seus códigos comprometem o funcionamento em um cenário somente IPv6. Exemplo:
`http://192.168.0.10/index.php`
- Portanto, o uso somente de NAT64/DNS64 em uma rede pode não atender o usuário.

A collection of company logos arranged in a grid-like fashion. The logos are: huawei (green), cisco (blue), juniper (yellow), ubiquiti (orange), jool (pink), a10 (red), aws cloud (blue), and fortinet (purple). The logos are oriented vertically or horizontally.

464XLAT - Provider/Customer side translator

- 464XLAT soluciona as dificuldades do NAT64 ?
- Sim, porque dispositivos legados ou que não suportam o IPv6 recebem um endereço IPv4 não “roteável” como uma rede dual-stack, combinando assim duas técnicas. (RFC 6877)
- Compatibilidade do acesso a Internet em dispositivos somente IPv4.
- Resolve o problema do IP literal.
- DNS64 passa a ser opcional.



Fonte: Site Jool NIC.MX

Implementação simples em 2 linhas

- CLAT (*Stateless Translation*)

```
# jool_siit instance add --netfilter --pool6 64:ff9b::/96  
# jool_siit eamt add 192.168.100.0/24 2801:8a:c040:cafe::
```

- PLAT (*Stateful Translation*)

```
# jool instance add --netfilter --pool6 64:ff9b::/96  
# jool pool4 add 203.0.113.100
```

```
# sysctl -w net.ipv4.ip_local_port_range="32768 40000"  
  
# jool pool4 add 203.0.113.100 40001-61000 --tcp  
# jool pool4 add 203.0.113.100 40001-61000 --udp  
# jool pool4 add 203.0.113.100 40001-61000 --icmp
```


Auditoria Logs

- Jool consegue detalhar a conexão realizada

```
# jool global update logging-bib true  
# jool global update logging-session true
```

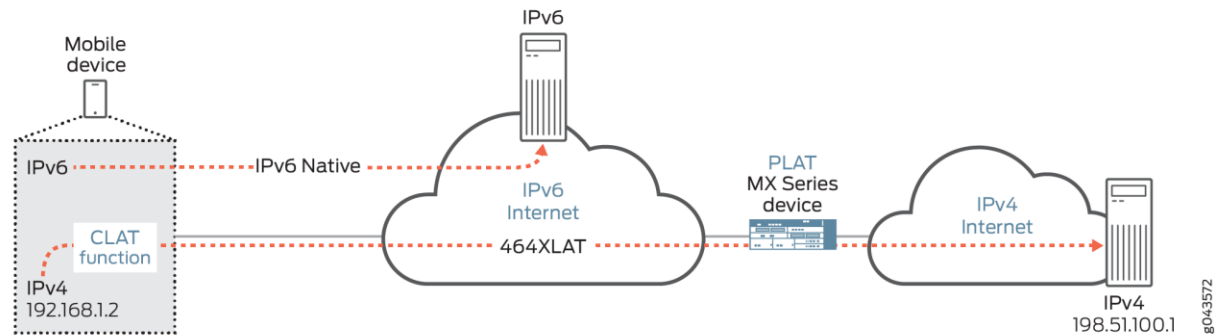
- Log messages

```
Added session 2801:8a:c040:cafe::b#45399|64:ff9b::426e:3120#1443  
|203.0.113.100#43549|66.110.49.32#1443|TCP
```

```
Mapped 2801:8a:c040:cafe::b#45399 to 203.0.113.100#43549 (TCP)
```

464XLAT - Desafios

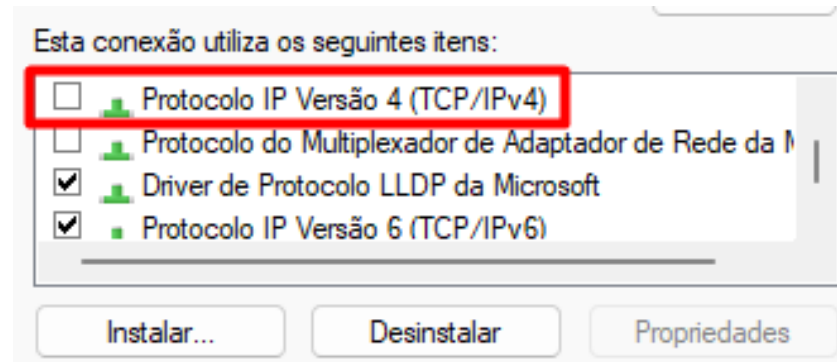
- Não resolve conexões de entrada (IPv4 peer-to-peer).
- É necessário um daemon client chamado **clatd** executando nos dispositivos.
- Hoje muitas CPEs ainda não estão preparadas.
- Android clat (Rede Móvel)
- OpenWRT <https://openwrt.org/>
- **clatd**
<https://github.com/toreanderson/clatd>
- **Jool** - <https://github.com/NICMx/Jool>
- macOS Monterey / iOS 15 – clatd nativo.
- Windows não tem suporte até o momento.



Fonte: <https://www.juniper.net/documentation/us/en/software/junos/interfaces-adaptive-services/topics/topic-map/ipv4-connect-ipv6-464xlat.html>

SIIT-DC - Stateless IP/ICMP Translation IPv6 Data Centers

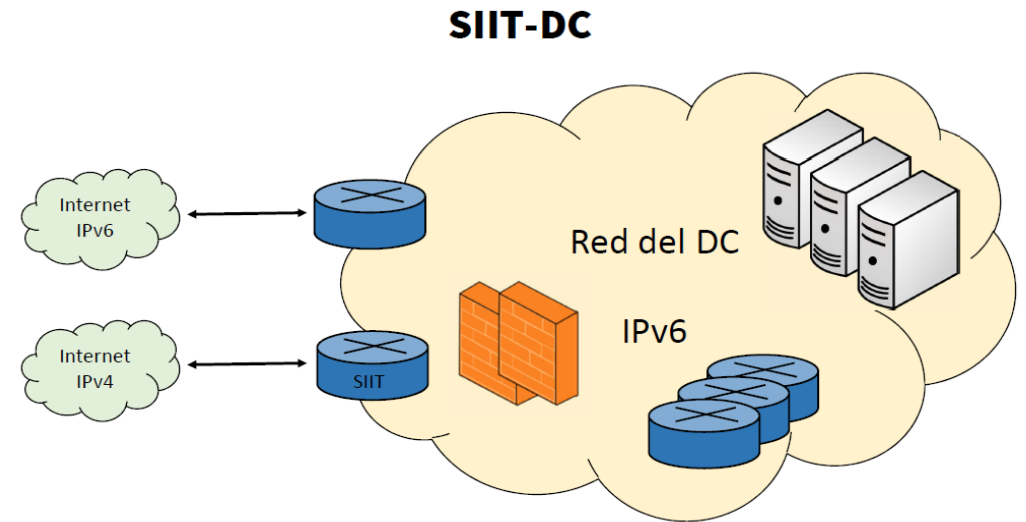
- Quando não queremos mais usar o IPv4 em qualquer menção na pilha de protocolos com foco em serviços do Data Center.



- Trabalhar somente com IPv6 (IPv6-only) na rede do Data Center (Aplicações e Servidores) - RFC 7755.
- Proporciona a compatibilidade dos serviços com quem tem origem ainda em IPv4.
- Pode ser combinado com NAT64 se desejar (para corrigir algumas situações).

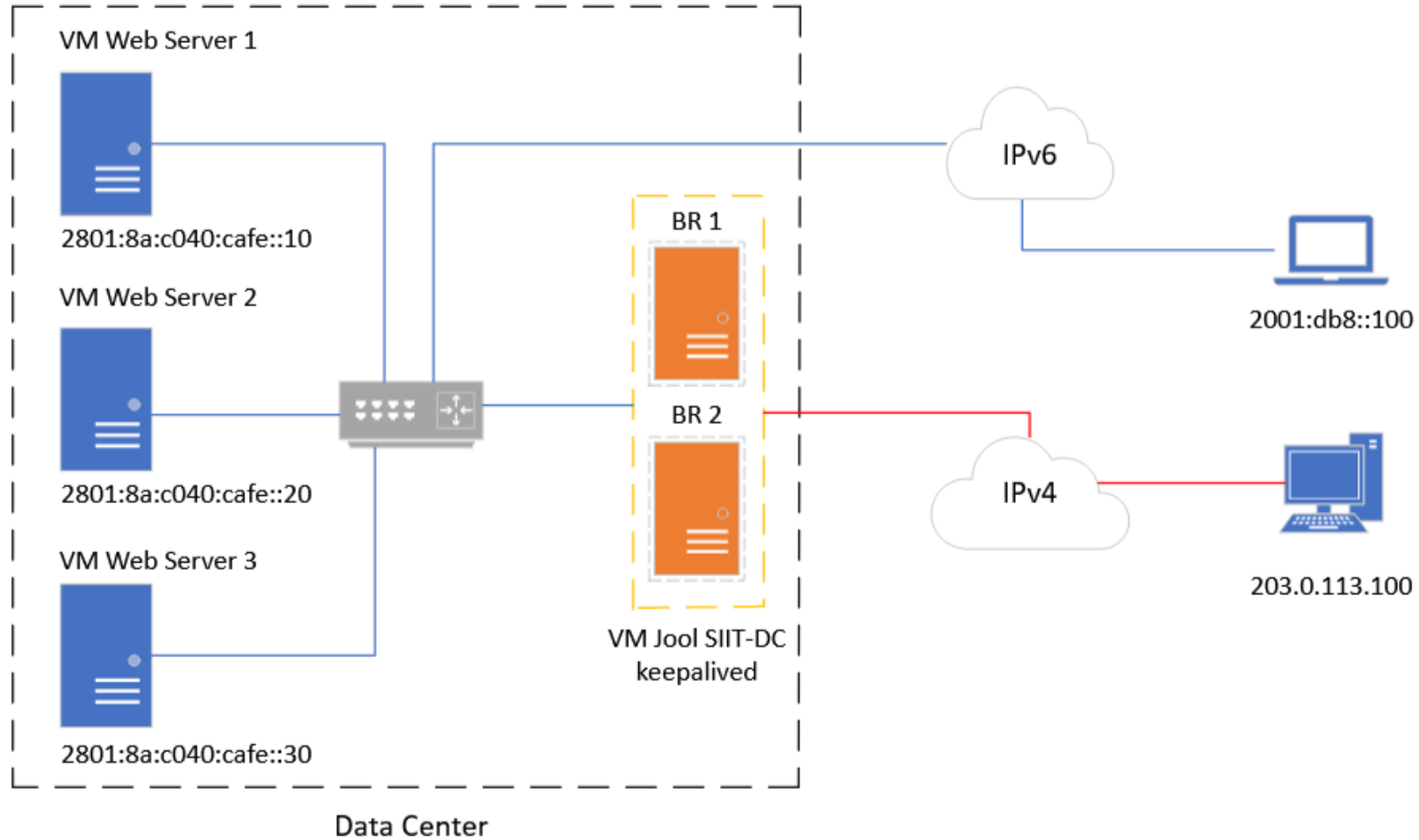
SIIT-DC - Arquitetura

- Pacotes IPv4 são traduzidos para IPv6 e vice-versa (stateless) RFC 6145.
- O endereço IPv4 de origem é mapeado 1:1 dentro de um prefixo IPv6 96-bit (RFC 6052).
- Adição de um componente chamado Border Relay (SIIT-DC BR).
- Não existe tradução quando a origem for IPv6.



Fonte: Site Jool NIC.MX

SIIT-DC - Jool Topologia



SIIT-DC - Jool Config

```
"comment": "SIIT Config",
"instance": "default",
"framework": "netfilter",

"global": {

    "pool6": "64:ff9b::/96"
},

"eamt": [
  { "ipv6 prefix": "2801:8a:c040:cafe::244", "ipv4 prefix": "203.0.113.244" },
  { "ipv6 prefix": "2801:8a:c040:cafe::245", "ipv4 prefix": "203.0.113.245" },
  { "ipv6 prefix": "2801:8a:c040:cafe::246", "ipv4 prefix": "203.0.113.246" },
  { "ipv6 prefix": "2801:8a:c040:cafe::247", "ipv4 prefix": "203.0.113.247" },
  { "ipv6 prefix": "2801:8a:c040:cafe::248", "ipv4 prefix": "203.0.113.248" }
]
```

Jool config file. Explicit Address Mappings Table (EAMT)

```
vrrp_sync_group VI_1_100 {
group {
VI_1_100_4
VI_1_100_6
}
}

vrrp_instance VI_1_100_4
{
interface ens3
virtual_router_id 51
use_vmac
garp_master_refresh 60
priority 100
advert_int 1
virtual_ipaddress
{
203.0.113.100/24
}
}

vrrp_instance VI_1_100_6
{
interface ens3
virtual_router_id 51
use_vmac
garp_master_refresh 60
priority 100
advert_int 1
virtual_ipaddress
{
2801:8a:c040:cafe::100/64
}
}
```

Keepalived config file

Auditoria e Logs com SIIT-DC

Não se perde o endereço IPv4 de origem **64:ff9b::36dd:15a8** ← → **54.221.21.168**

```
12:03:17.006475 IP6 64:ff9b::36dd:15a8.52640 > 2801:8a:c040:fca0::244.http:
12:03:17.006486 IP6 64:ff9b::36dd:15a8.55682 > 2801:8a:c040:fca0::244.http:
12:03:17.006795 IP6 64:ff9b::36dd:15a8.55682 > 2801:8a:c040:fca0::244.http:
12:03:17.006924 IP6 2801:8a:c040:fca0::244.http > 64:ff9b::36dd:15a8.55682:
12:03:17.024952 IP6 64:ff9b::36dd:15a8.58923 > 2801:8a:c040:fca0::244.http:
12:03:17.431399 IP6 2801:8a:c040:fca0::244.http > 64:ff9b::36dd:15a8.55682:
12:03:17.431418 IP6 2801:8a:c040:fca0::244.http > 64:ff9b::36dd:15a8.55682:
12:03:17.431774 IP6 2801:8a:c040:fca0::244.http > 64:ff9b::36dd:15a8.55682:
12:03:17.431779 IP6 2801:8a:c040:fca0::244.http > 64:ff9b::36dd:15a8.55682:
```

Registro no Apache Log

```
64:ff9b::284d:a718 - - [03/Sep/2023:19:29:38 -0300] "GET /portal/pt-br/comunic-2/comunicacao-noticias/comunicacao-not-
t/537.36 (KHTML, like Gecko; compatible; bingbot/2.0; +http://www.bing.com/bingbot.htm) Chrome/103.0.5060.134 Safari/
64:ff9b::34a7:9029 - - [03/Sep/2023:19:30:54 -0300] "GET /portal/pt-br/comunic-2/comunicacao-noticias/comunicacao-not-
0 AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko; compatible; bingbot/2.0; +http://www.bing.com/bingbot.htm) Chrome/103.0.5060
64:ff9b::284d:a718 - - [03/Sep/2023:19:31:02 -0300] "GET /portal/pt-br/contato-diretorias.html HTTP/1.1" 200 13454 "-
465 Safari/9537.53 (compatible; bingbot/2.0; +http://www.bing.com/bingbot.htm)" 621770
2804:14c:bf43:8106:c9dd:2976:1c41:3cbb - - [03/Sep/2023:19:31:39 -0300] "GET /portal/pt-br/graduacao.html HTTP/1.1" 2
) Chrome/116.0.0.0 Safari/537.36" 556891
2804:14c:bf43:8106:c9dd:2976:1c41:3cbb - - [03/Sep/2023:19:31:40 -0300] "GET /portal/media/mod_languages/css/template
zilla/5.0 (Windows NT 10.0; Win64; x64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/116.0.0.0 Safari/537.36" 1583
2804:14c:bf43:8106:c9dd:2976:1c41:3cbb - - [03/Sep/2023:19:31:40 -0300] "GET /portal/media/vendor/joomla-custom-eleme
5.0 (Windows NT 10.0; Win64; x64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/116.0.0.0 Safari/537.36" 1624
```

Preparação do Sistema Operacional sem IPv4

- Retirar o IPv4 requer atenção, visto que a ideia é trabalhar apenas com IPv6.
- Podemos até retirar o endereço 127.0.0.1 da interface de rede lo, porém alguns programas ainda fazem o bind no 127.0.0.1 ao invés do ::1

JupyterHub Failed to bind hub to http://127.0.0.1:8081/hub/

- Comentar a linha em /etc/hosts do endereço 127.0.0.1 para forçar o ::1

```
#127.0.0.1 localhost localhost.localdomain localhost4 localhost4.localdomain4
::1 localhost localhost.localdomain localhost6 localhost6.localdomain6
```

- No Linux não existe ainda um:
net.ipv4.conf.all.disable_ipv4 (quem sabe um dia)



Adequar as Aplicações e Serviços

```
<Connector address="::]" executor="tomcatThreadPool"  
  port="8080" protocol="HTTP/1.1"  
  connectionTimeout="20000"  
  redirectPort="8443" />
```

Tomcat

```
banaction = iptables-ipset-proto6  
banaction_allports = iptables-ipset-proto6-allports.conf
```

Fail2ban

```
options {  
  
  listen-on port 53 { ::1; 2001:db8:cafe::1; };  
  listen-on tls local-tls { ::1; 2001:db8:cafe::1; };  
  
};
```

DNS Bind

```
FileDaemon {  
  Name = des01-fd  
  FD Addresses = {  
    ipv6 = { addr = ::; port = 9102; };  
  }  
  WorkingDirectory = /var/spool/bacula/  
  Pid Directory = /var/run  
}
```

Bacula Backup

```
<Location />  
  ProxyPass http://[::]:8080/  
  ProxyPassReverse http://[::]:8080/  
</Location>
```

Proxy Apache

```
nginx:  
  build: ./nginx  
  ports:  
    - "[::]:80:80"  
    - "[::]:443:443"
```

Docker File

Passos rumo ao IPv6 no DC



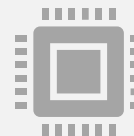
Realizar um mapeamento dos serviços. Muitas aplicações não fazem um bind em endereços IPv6. Necessidade de atualizar uma versão ou entrar em contato com a empresa desenvolvedora.



Hoje os sistemas operacionais conseguem receber atualizações: Windows Update e yum/dfn somente com IPv6. Docker com IPv6.



Alguns CMS ainda precisam de IPv4 para atualizar (Download manual ou NAT64).



Realizar os ajustes nas ACLs e firewalls, monitoramento, flows e logs (auditoria).

Considerações Finais

- Não devemos nos acostumar com os mecanismos de transição. Tem um propósito e deveria ter uma vida curta.
- Preocupação: Quando a fase de transição se transforma em convivência (pilha dupla).
- Integração das equipes de infraestrutura e desenvolvimento (necessidade de capacitação).
- Procurar cada vez mais reduzir os endereços IPv4 na rede, movendo-os para serviços IPv4aaS, otimizando assim, a quantidade de endereços IPv4 que existe no Data Center.
- Precisamos acelerar a transição e ativar o IPv6 por padrão em todos os serviços.
- Necessitamos de um cronograma ou plano de transição ?



Henri Alves de Godoy • Você
Computer Network Analyst | Professor Ph.D. | IPv6 Evangelist | AW...
1 m • 🔒

Definir um cronograma para o desligamento do #IPv4 poderá acelerar a adoção do #IPv6 ?

Você pode ver como as pessoas votam. [Saiba mais](#)

Sim, irá ajudar.

82%

Não causará efeito algum.

18%

Referências

- Apresentação LACNIC 40 / LACNOG 2023 | Rumo ao IPv6-only no Data Center
<https://lacnic40.lacnic.net/pt-br/programa/apresentacoes-e-videos>
- Tutorial NIC.BR | LACNIC 40 | Caminhando para o futuro: construindo uma rede IPv6 only
<https://lacnic40.lacnic.net/pt-br/programa/apresentacoes-e-videos>
- LACNIC BLOG | NAT: Uma história de amor e ódio
<https://blog.lacnic.net/pt-br/ipv6/nat-uma-historia-de-amor-e-odio>

Referências

- Intrarede NIC.BR | IPv6: 25 anos de progresso e evolução da infraestrutura da Internet
<https://intrarede.nic.br/live-25anos-ipv6-2023/>
- Webinar LACNIC | Quiénes deben participar en el despliegue de IPv6?
<https://www.lacnic.net/webinaripv6>
- Conferência CIBERCI | Considerações sobre a adoção do IPv6 e a relação com a Cibersegurança
<https://cibercci.org/>

Referências

- Intrarede NIC.BR | IPv6: Casos de Sucesso

<https://intrarede.nic.br/live-ipv6-sucesso-2021/>

- Tutorial BFP | Data Center IPv6-only com SIIT-DC e Jool

https://wiki.brasilpeeringforum.org/w/Data_Center_IPv6-only_com_SIIT-DC_e_Jool

- Tutorial Implementando SIIT/NAT64 usando Jool | Webinar LACNIC

<https://www.lacnic.net/2467/1/lacnic/>

Referências

- Apresentação LACNOG 2020 - 464XLAT en redes inalámbricas utilizando Jool

<https://www.lacnic.net/innovaportal/file/4756/1/henri-464xlat-lacnic34.pdf>

Vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=JWx8MUWSY-k>

- LACNIC BLOG | La trayectoria de la UNICAMP hasta llegar al primer sitio web en IPv6-only

<https://blog.lacnic.net/ipv6/la-trayectoria-de-la-unicamp-hasta-llegar-al-primer-sitio-web-en-ipv6-only>

- LACNIC BLOG | Consideraciones clave para no equivocarnos en el despliegue de una red

<https://blog.lacnic.net/ipv6/consideraciones-clave-para-no-equivocarnos-en-el-despliegue-de-una-red>

Referências

- Intrarede NIC.BR | IPv6 e os principais erros cometidos numa implantação de rede
<https://intrarede.nic.br/live-ipv6-implantacao-2022/>
- IX FORUM 16 | IPv6 - Desafios para a implantação em uma Rede de Campus
<https://forum.ix.br/files/apresentacao/arquivo/1564/26.pdf>
- Apresentação LACNOG 2018 - Entrega de “IPv6-only” al usuario final utilizando NAT64
<https://www.lacnic.net/innovaportal/file/3207/1/apresentacao-lacnic-henri-v2.pdf>
Vídeo: https://www.youtube.com/watch?v=-dZP_mUVe-Y

Referências

- Tutorial BFP | 464XLAT utilizando a ferramenta Jool

[https://wiki.brasilpeeringforum.org/w/464XLAT utilizando a ferramenta Jool](https://wiki.brasilpeeringforum.org/w/464XLAT_utilizando_a_ferramenta_Jool)

- Desafio IPv6 LACNIC

<https://prensa.lacnic.net/news/pt-br/eventos/a-universidade-estadual-de-campinas-ganhou-o-desafio-ipv6>

- IPv6 Day LACNIC

<https://www.lacnic.net/innovaportal/file/5406/1/lacnic-ipv6day-unicamp.pdf>

Vídeo: <https://youtu.be/e1fC5BN5gpc>

Muito Obrigado !!



Henri Alves de Godoy

henri@unicamp.br

 /henri-alves-godoy/

