



IPv6, devo-me preocupar
ou já deveria estar preocupado?

21
SET

Palestrantes:

Eduardo Barasal Morales
Lucas Jorge da Silva



- Comparação: IPv4 x IPv6
- Endereçamento IPv6
- Quem distribui os endereços IPs?
- Porque implantar IPv6?
- Como está a implantação do IPv6?
- Qual é a situação atual do IPv6?
 - Mundo
 - Brasil
 - Provedores
- Como ficar por dentro do assunto?

IPv6.br

IPv4

- RFC 791 (1981)
- Em produção na Internet desde 01 de Janeiro de 1983
- Endereços livres praticamente esgotados

IPv6

- RFC 2460 (1998)
- Em implantação na Internet
- 37% da Internet já funciona com IPv6

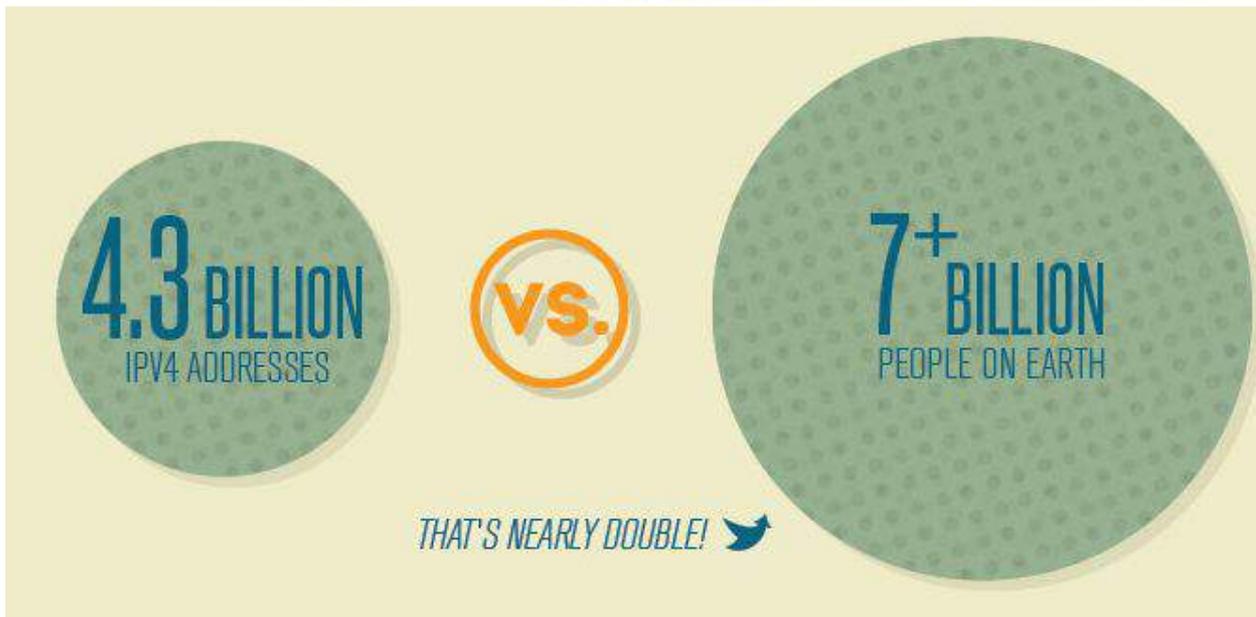
IPv4

- **12 campos fixo e 1 campo de tamanho variável** para opções
- O tamanho variável: **20 à 60 bytes**
- **32 bits** para endereçamento
- 4 bilhões de Endereços

IPv6

- **8 campos** de tamanho fixo
- **40 bytes** no total
- Pode ser estendido por **cabeçalhos adicionais**
- **128 bits** para endereçamento
- 340 Undecilhões de Endereços

Esgotamento IPv4



Qtd. de IPv4:
4.294.967.296

Qtd. de IPv6:
340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456

IPv4 e IPv6 - 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) | | | |
| Endereço de Destino (Destination Address) | | | |
| Opções + Complemento (Options + Padding) | | | |

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

3 Campos mantidos

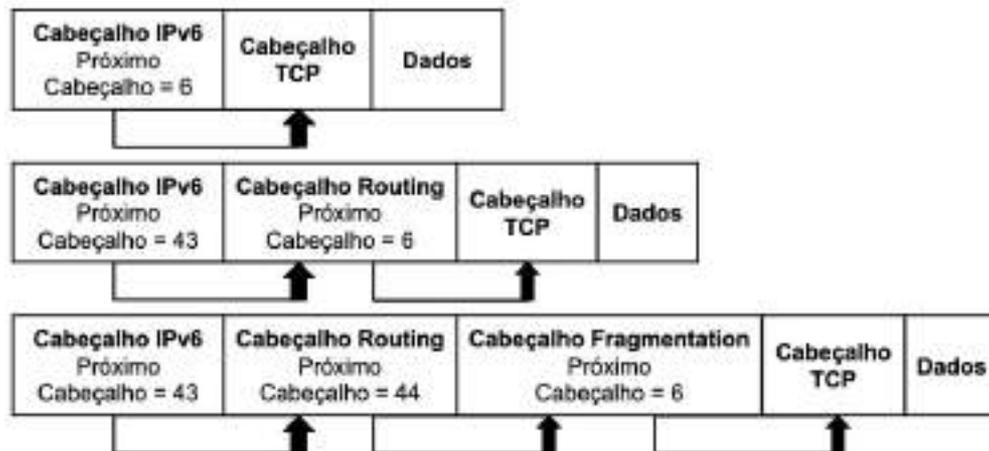
6 Campos removidos

4 Campos levemente modificados

1 Campo adicionado

IPv6 - Cabeçalhos de Extensão

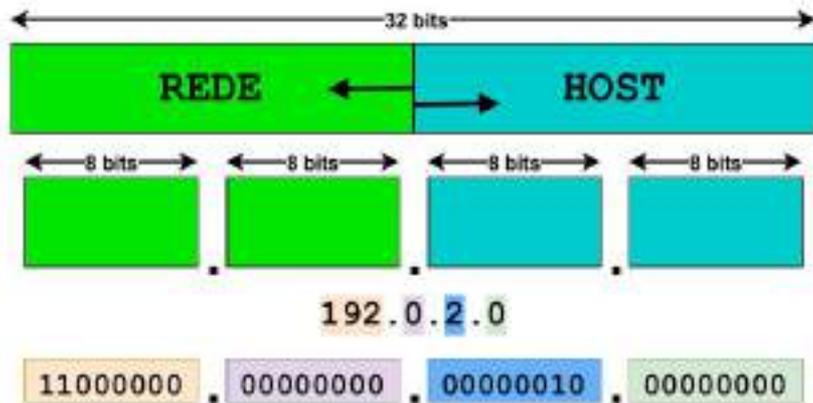
- Definidos atualmente:
 - Hop-by-hop options
 - Routing (type 0)
 - Fragmentation
 - Destination Options
 - Authentication Header
 - Encapsulating Security Payload
 - Mobility



IPv4 e IPv6 - Endereçamento

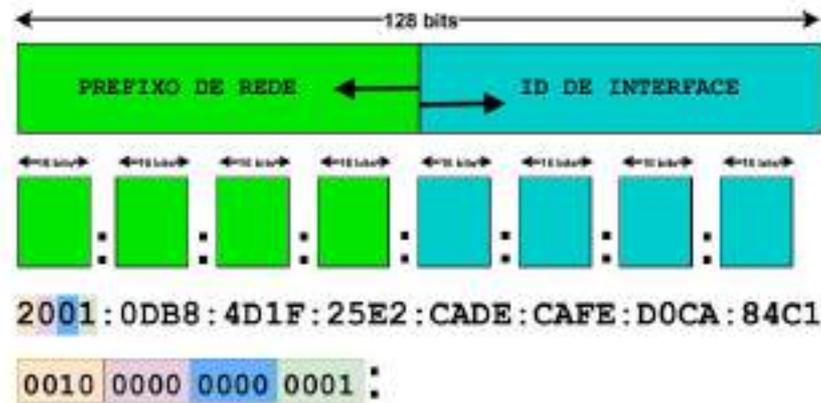
IPv4

- 32 bits
- Separados por 4 octetos
- Caracteres decimais separados por “.”



IPv6

- 128 bits
- Separados por 8 hexadecateto
- Caracteres hexadecimais separados por “:”



IPv4 e IPv6 - Numeração

| Binário | | | | Decimal | Hexadecimal |
|---------|---|---|---|---------|-------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 4 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 5 | 5 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 6 | 6 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 7 | 7 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | 8 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 9 | 9 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 10 | A |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 11 | B |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 12 | C |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 13 | D |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 14 | E |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 15 | F |

- A representação dos endereços IPv6, divide o endereço em 8 grupos de 16 bits, separando-os por “:”, escritos com dígitos hexadecimais.

2001:0DB8:AD1F:25E2:CADE:CAFE:F0CA:84C1

- Na representação de um endereço IPv6 é permitido:
 - Utilizar caracteres maiúsculos ou minúsculos;
 - Aplicar **regras de abreviação**.

Regras de Abreviação

- Omitir os zeros à esquerda.
 - **Antes:** 2001 : 0DB8 : 0000 : BEBA : 0000 : 0000 : 0000 : C0CA
 - **Depois:** 2001 : DB8 : 0 : BEBA : 0 : 0 : 0 : C0CA

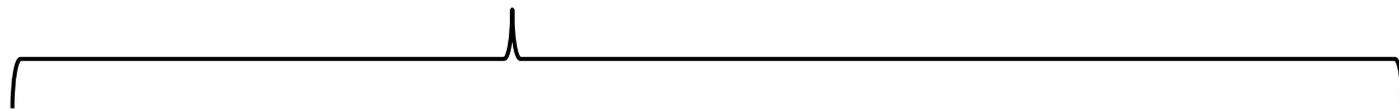
- Representar **dois ou mais campos** formados por zeros contínuos por “: :”. **Só pode ser utilizado uma vez.**
 - **Antes:** 2001 : DB8 : 0 : BEBA : 0 : 0 : 0 : C0CA
 - **Depois:** 2001 : DB8 : 0 : BEBA : : C0CA

- Endereço IPv6 ambíguo: 2001::BEBA::C0CA
 - Possibilidades:
 - 2001:0000:0000:BEBA:0000:0000:0000:C0CA
 - 2001:0000:0000:0000:BEBA:0000:0000:C0CA

- Representação em escala decimal
- Contagem de quantos bits fazem parte da rede
- Como trabalhar com prefixo?

| | |
|--------------------------------------|------------------------------|
| 2001:db8:: Endereço | /32 Prefixo |
|--------------------------------------|------------------------------|

2001 :db8 :: /32

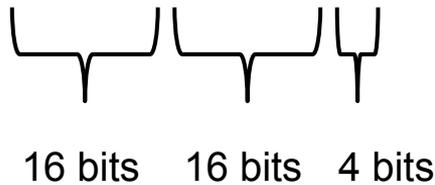


| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Posição Bit | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Bits | <u>0</u> | <u>0</u> | <u>1</u> | <u>0</u> | <u>1</u> |
| Valor | 8 | 4 | 2 | 1 | 8 | 4 | 2 | 1 | 8 | 4 | 2 | 1 | 8 | 4 | 2 | 1 |
| | | 2 | | | | 0 | | | | 0 | | | | 1 | | |

Prefixo IPv6

- Como dividir 2001:db8::/32 em /33?

2001:0db8:0000:0000:0000:0000:0000:0000



33 bits - 32 bits = 1 bit
 $2^1 = 2$ redes

Posição Bit

Bits

Valor

| Posição Bit | 33 | 34 | 35 | 36 | |
|-------------|----------|----------|----------|----------|-----|
| Bits | <u>0</u> | <u>0</u> | <u>0</u> | <u>0</u> | |
| Valor | 8 | 4 | 2 | 1 | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | = 0 |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | = 8 |

Resposta:

2001:db8:0000::/33

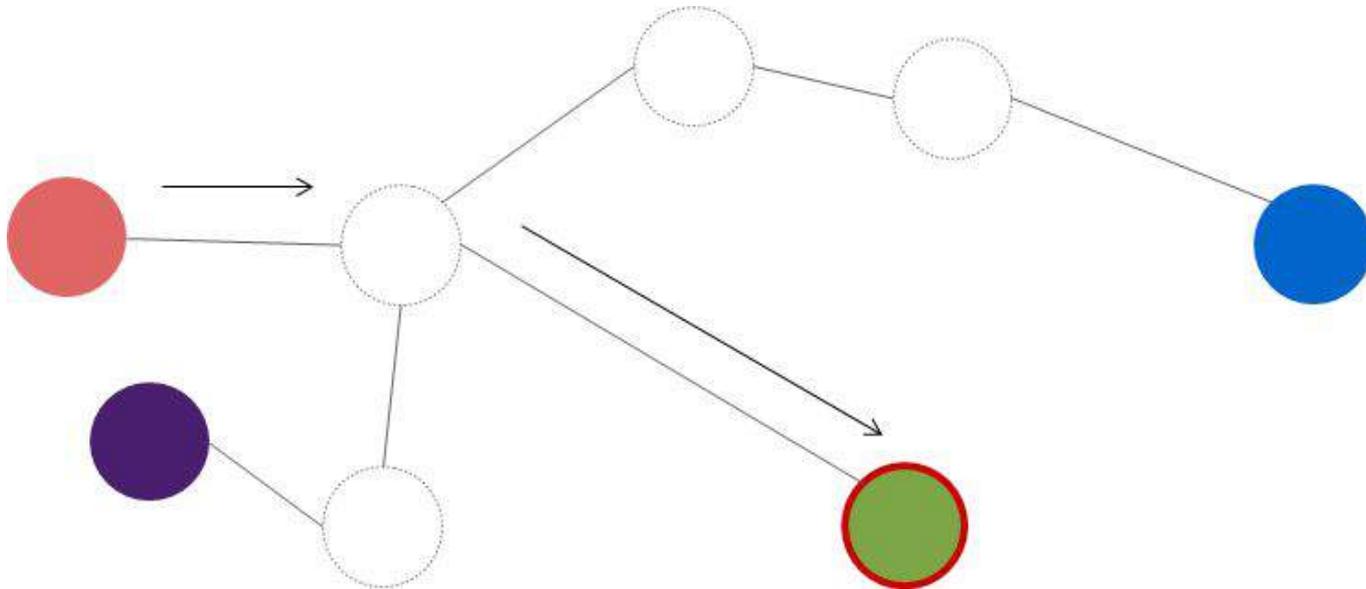
2001:db8:8000::/33

nic.br cgi.br

**ESCALAS NUMÉRICAS
E
CONVERSÕES DE BASES**

Tipos de Endereços - Unicast

- Identificam uma interface unicamente
- O pacote é entregue apenas a uma interface



IPv4

- **Link local (RFC 3330)**
169.254.0.0/16

IPv6

- **Link local**
fe80::/64

- Os endereços link local são **usados apenas num mesmo segmento de rede**. Numa mesma **LAN** ou **VLAN**.
- No **IPv4** são atribuídos por um processo chamado **APIPA** e só são usados quando não há um endereço válido na interface.
- No **IPv6** estão **SEMPRE presentes**. Os hosts os **atribuem a si próprios**, de forma automática. São sempre usados, mesmo quando há outros endereços presentes na interface.

IPv4

- **Públicos**

0.0.0.0 à 223.255.255.255

(há exceções)

- Os endereços **públicos** (IPv4) ou **globais** (IPv6) **são aqueles roteáveis** na Internet.
- No IPv4, devido ao esgotamento, muitas redes deixam de atribuir esses endereços a usuários, em especial empresas. No **IPv6 todos os dispositivos conectados à Internet devem ter um endereço global.**
Mesmo aqueles em redes corporativas.

IPv6

- **Global Unicast**

2000:: à 3fff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff

IPv4

- **Privado**

10.0.0.0/8 - 172.16.0.0/12 - 192.168.0.0/16

100.64.0.0/10

- No **IPv4 os endereços privados são usados em conjunto com o NAT**, em redes locais, permitindo o compartilhamento de endereços válidos. No IPv6 esse tipo de uso não é comum, recomendado ou esperado.
- No IPv4 muitas vezes há a colisões em caso de comunicações privadas entre redes diferentes, aquisições de empresas, etc. No **IPv6 cada empresa cria um prefixo próprio de 40 bits**. Isso significa um total de 1.099.511.627.776 de faixas diferentes.
- No IPv6 um endereço **ULA não é utilizado para acesso à Internet**.

IPv6

- **ULA (Unique Local Unicast)**

fc00::/7

IPv4

- **Loopback**
127.0.0.0/8
Mais comum **127.0.0.1**

IPv6

- **Loopback**
::1/128

- **O endereço loopback é para uso interno nos hosts.** Um datagrama enviado por um protocolo de uma camada superior para esse endereço, deve ser encaminhado de volta para o próprio host. Esses endereços não devem nunca aparecer na rede.
- No **IPv4**, embora seja **comum utilizar apenas o endereço 127.0.0.1**, existe todo um bloco de endereços IPv4. No **IPv6 existe apenas um endereço.**

IPv4

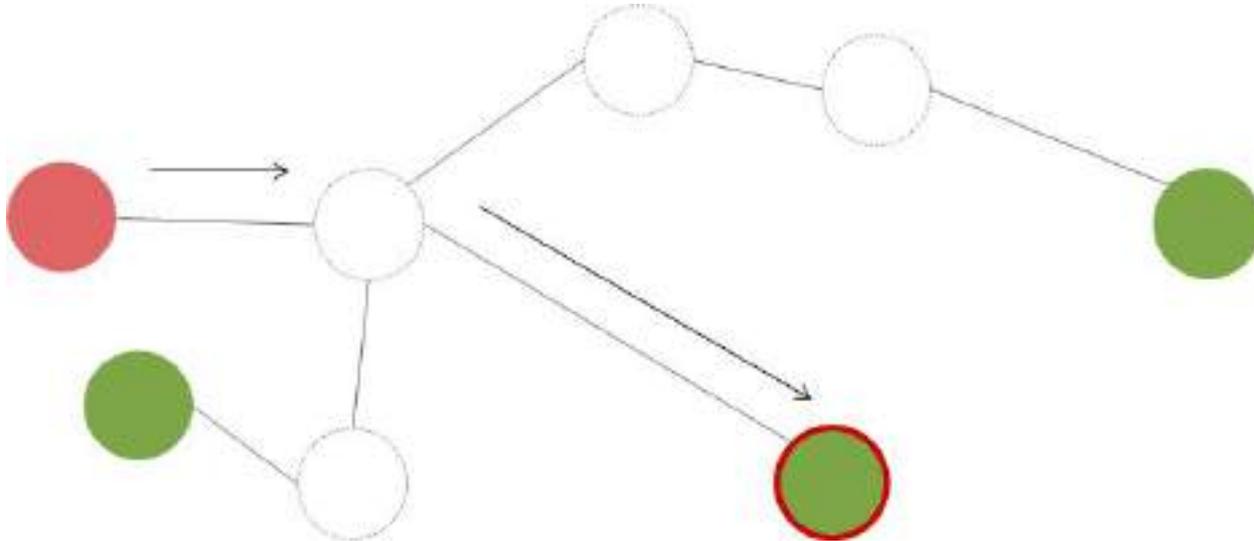
- 192.0.2.0/24
198.51.100.0/24
203.0.113.0/24
- Esses endereços são propícios para se escrever howtos, documentos, livros, apostilas, etc.
- Devem ser filtrados em firewalls e na borda da rede.
- No IPv4 também é comum usar endereços privados (RFC 1918) para documentos. Mas é preferível utilizar os endereços aqui especificados.

IPv6

- 2001:db8::/32

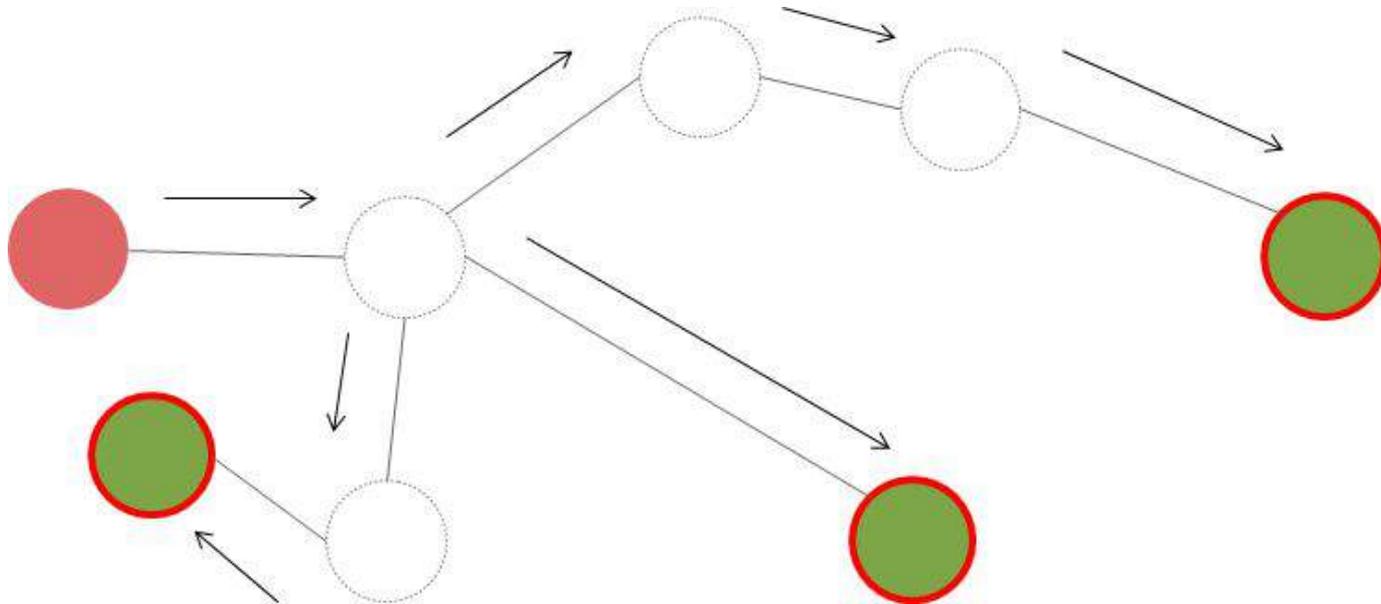
Tipos de Endereços - Anycast

- Um mesmo endereço, sintaticamente equivalente a um unicast, é atribuído a diversas interfaces.
- O pacote é entregue à mais próxima da origem.



Tipos de Endereços - Multicast

- Um endereço multicast **representa um grupo de interfaces.**
- O **pacote é entregue a todas as interfaces do grupo.**



IPv4

- 224.0.0.0/4

(antiga Classe D)

- Os **endereços multicast são propícios** para distribuição de conteúdo **multimídia**, por exemplo. Qualquer aplicação onde existe **múltiplos receptores para um mesmo stream** de dados pode tirar vantagem.
- No **IPv4 os endereços multicast não funcionam em toda a Internet**. Apenas em algumas redes. No IPv6 é cedo ainda para saber o que acontecerá.
- No **IPv6 os endereços multicast são extremamente importantes** para **funções básicas** numa rede local, como a descoberta de vizinhança. **Se bloqueados no firewall de um host, a rede não funciona.**
- No **IPv4** existem também a possibilidade de utilizar o último endereço da rede como **Broadcast**, ou o endereço **255.255.255.255** (broadcast limitado).

IPv6

- ff00::/8

IPv4

192.0.0.0/24: reservado para atribuição a protocolos específicos

192.88.99.0/24: 6to4 relay anycast

198.18.0.0/15: testes de benchmark da rede

240.0.0.0/4: uso futuro (faixa inutilizada por erro na interpretação da RFC pelos criadores dos Sistemas Operacionais)

0.0.0.0/32: endereço não especificado

IPv6

64:ff9b::/96: prefixo usado no mecanismo de transição NAT64 para representar endereços IPv4 na rede IPv6

2002::/16: mecanismo de transição 6to4

2001:0000::/32: mecanismo de transição Teredo

::ffff:w.x.y.z (onde **w.x.y.z** é um endereço no formato do IPv4): endereços IPv4-mapeado

::0/128: endereço não especificado

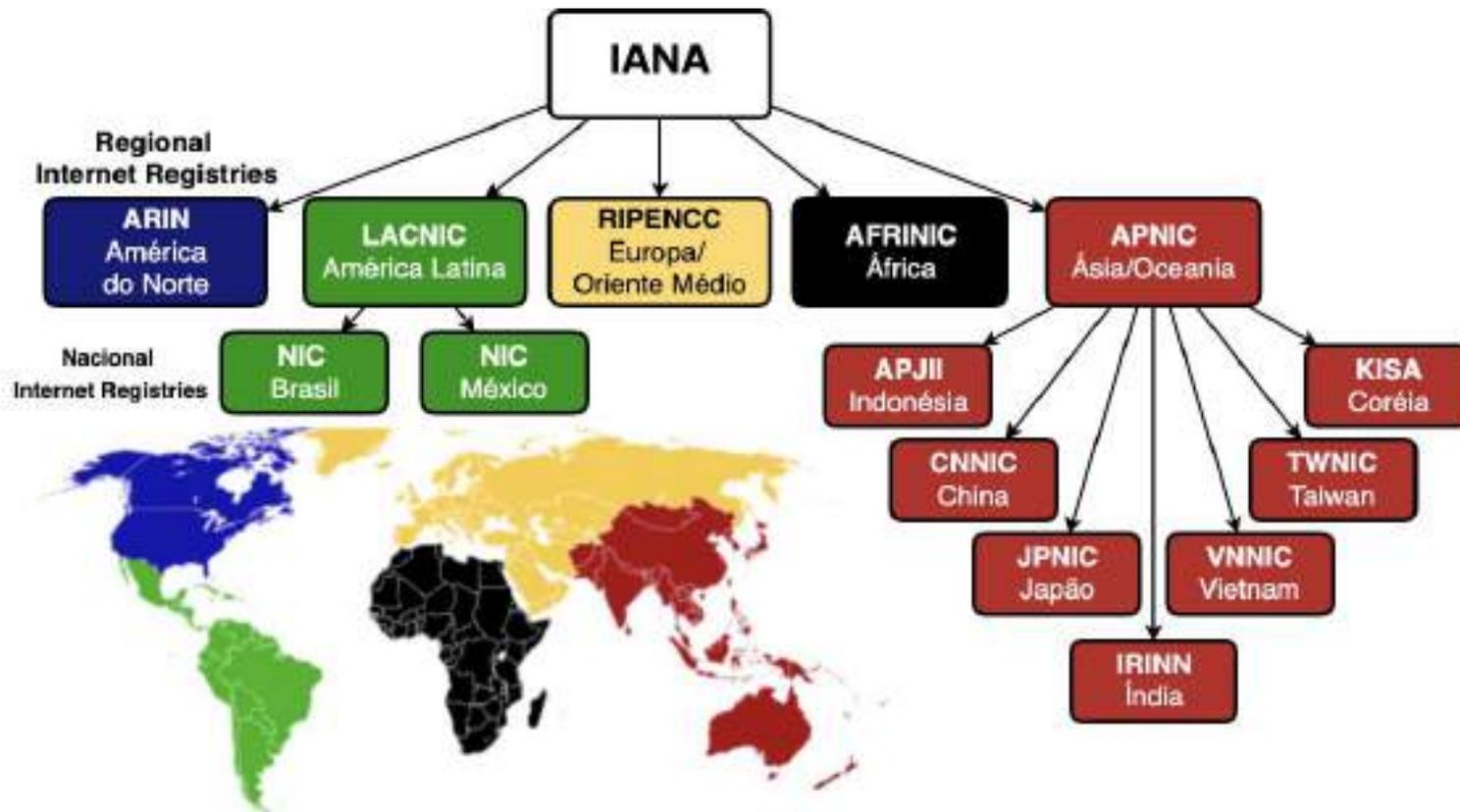
- Usamos endereços globais (2000::/3) para todos os hosts que precisam acessar à Internet
- Não existe mais lado de dentro/lado de fora
- Pode existir mais de um endereço global para um determinado host
- Sempre há um endereço link-local (fe80::/64)
- Não se usa NAT (até recentemente não existia NAT66)
- Endereço ULA (fc00::) para host que não precisam de acesso a Internet
- Os endereços **multicast são necessários** numa rede local, para funções equivalentes às do ARP e RARP no IPv4

Situação do IPv6

E agora vamos falar sobre a Situação atual do IPv6.



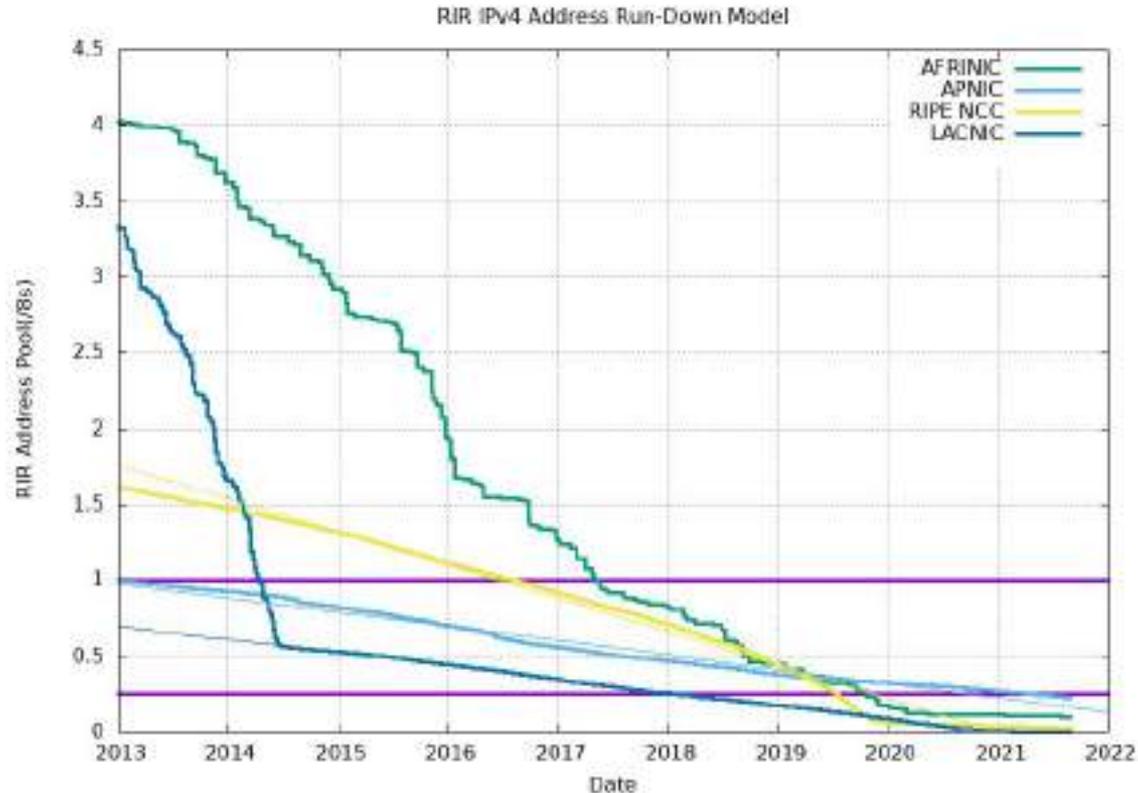
Quem distribui os endereços IPs?



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

Quem distribui os endereços IPs?



Quem distribui os endereços IPs?

Home > Esgotamento do IPv4: O LACNIC designou o último bloco

Institucional

Esgotamento do IPv4: O LACNIC designou o último bloco

28/08/2020



Quem distribui os endereços IPs?

Fases de Esgotamento do IPv4

📄 Fase 3 (Fase atual)

📄 Fase 2

📄 Fase 1

📄 Fase 0

Esta fase começou no dia 15 de Fevereiro de 2017.

Lista de espera

Quando um pedido é aprovado, entra em uma lista de espera até que algum bloco em quarentena seja liberado. Se você receber um bloco deste pool, permaneceu em quarentena por pelo menos 6 meses. Embora seja pouco provável, não podemos garantir que um bloco deste pool não esteja anunciado em listas negras ou filtros, e será de responsabilidade do destinatário do bloco liberado gerenciar sua remoção.

A lista de espera é ordenada de acordo com a data de recebimento do ticket, o primeiro ticket recebido será o primeiro da lista. É importante levar em conta que a posição na lista de espera pode mudar. Quer dizer, quando um pedido for aprovado entrará na lista de espera em uma posição determinada. No entanto, se outro pedido for aprovado cujo ticket tinha sido enviado previamente, sua posição na lista irá mudar.

Quem distribui os endereços IPs?

IX Fórum: Existe vida após o esgotamento do IPv4

- <https://www.youtube.com/watch?v=A8WhH8AHGaY>



Porque implantar IPv6?

- A Internet continua crescendo!
- Mundo:
 - 4,8 bilhões usuários de Internet
 - 62% da população
 - Crescimento de mais de 1200% desde 2000
- Brasil:
 - 28% dos domicílios não possuem acesso a Internet



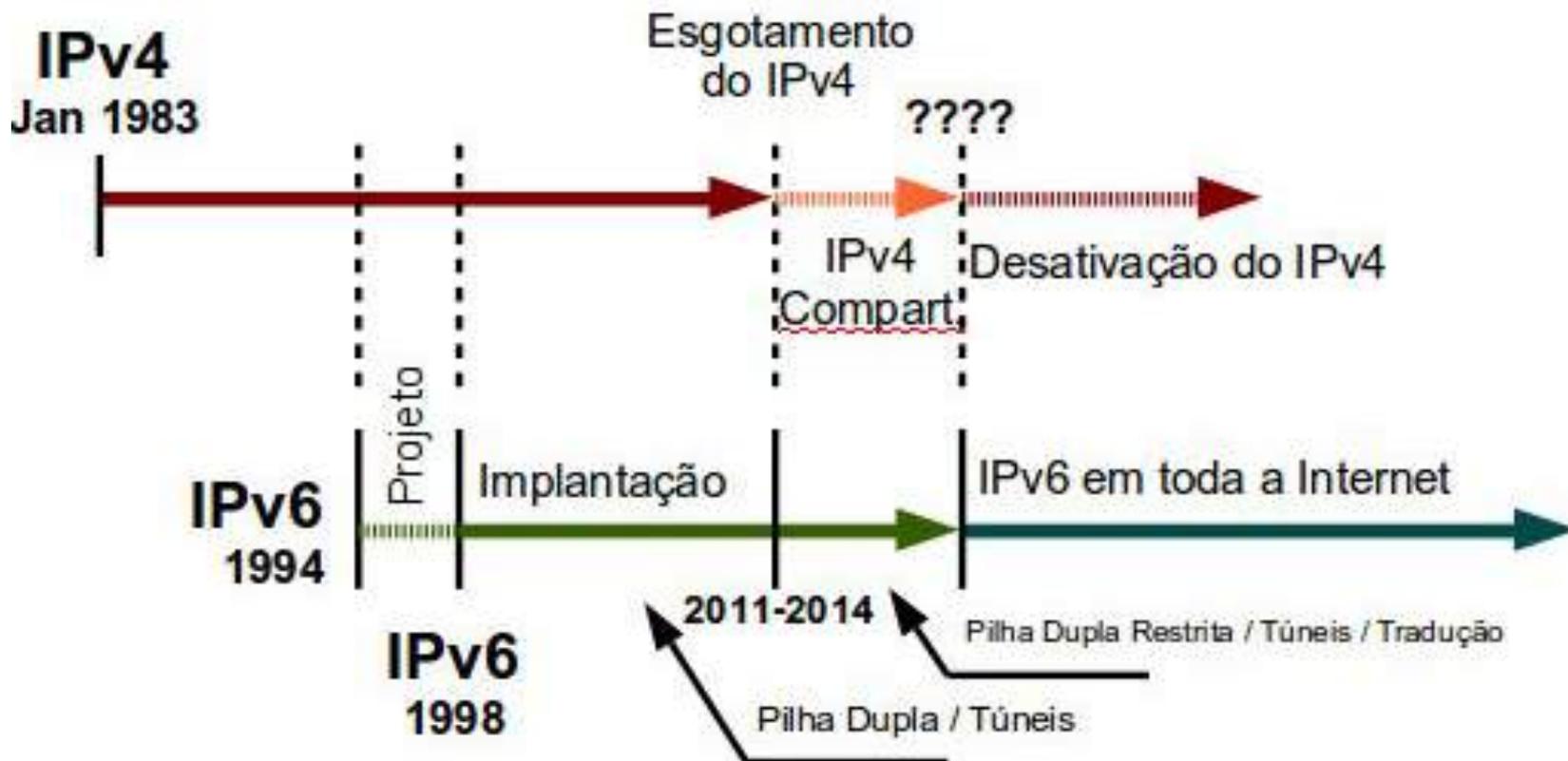
Porque implantar IPv6?



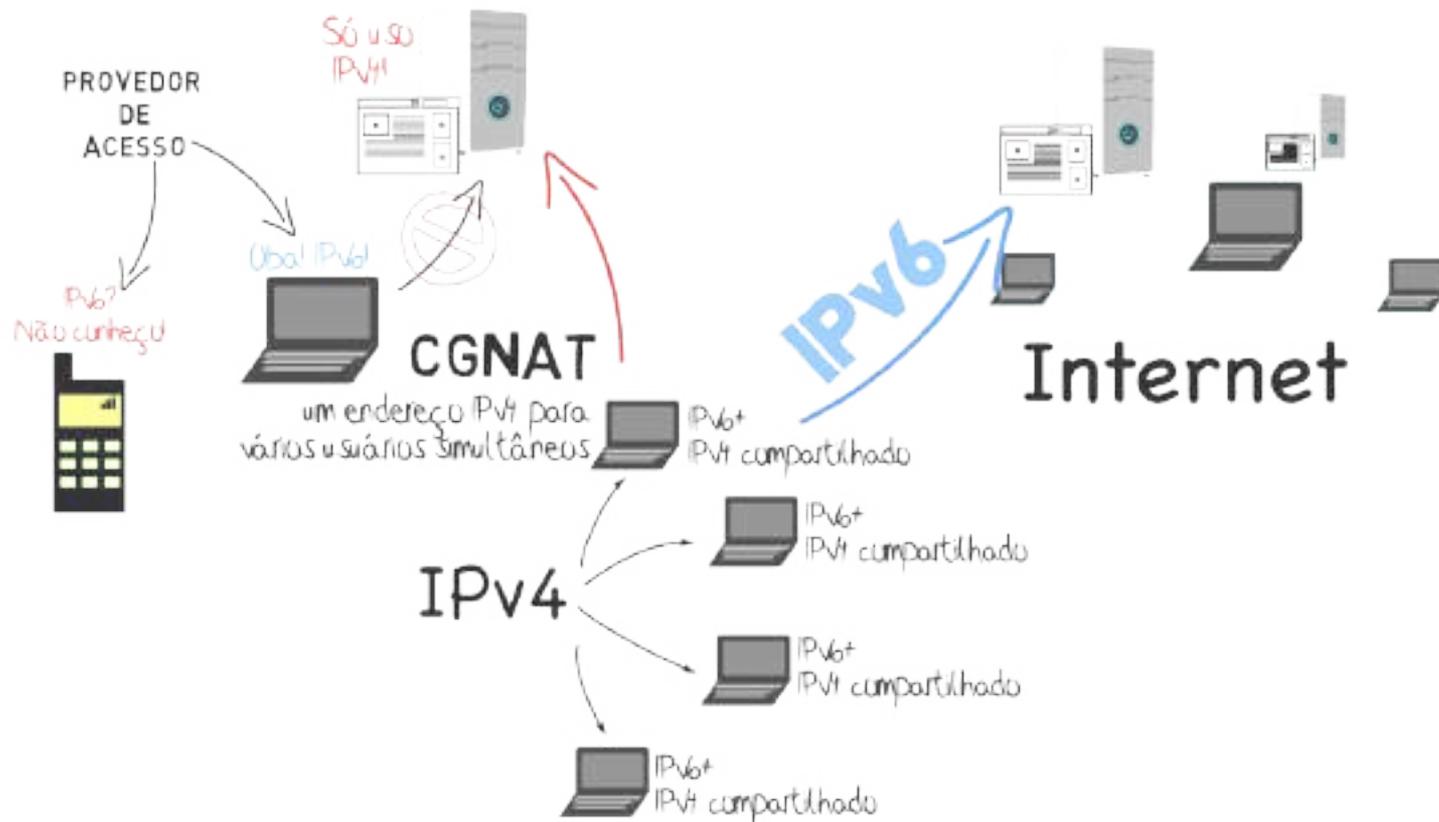
"As tecnologias mais importantes são aquelas que desaparecem. Elas se integram à vida do dia a dia, ao nosso cotidiano, até serem indistinguíveis dele."

Mark Weiser (~1988)

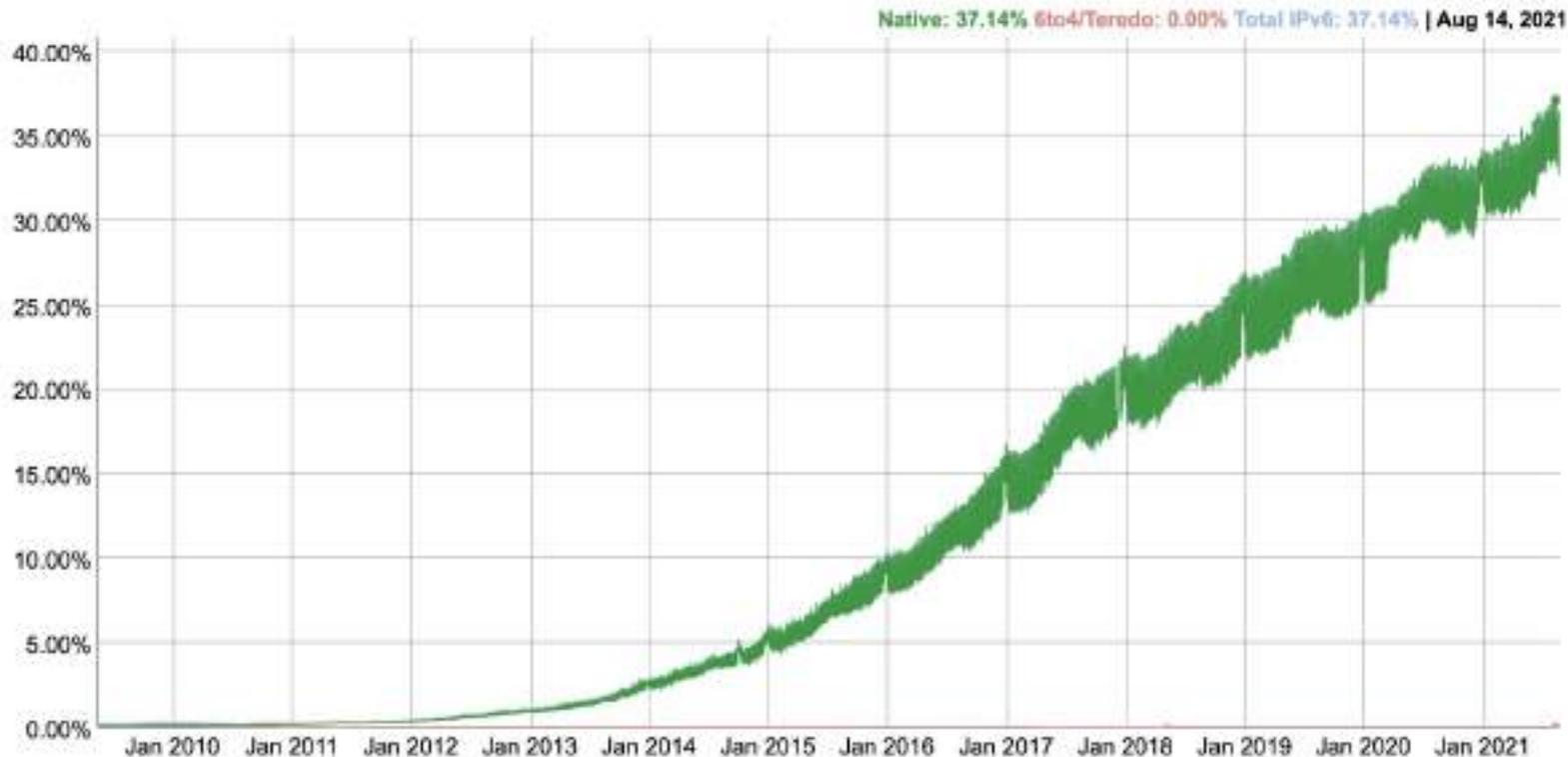
Como está a implantação do IPv6?



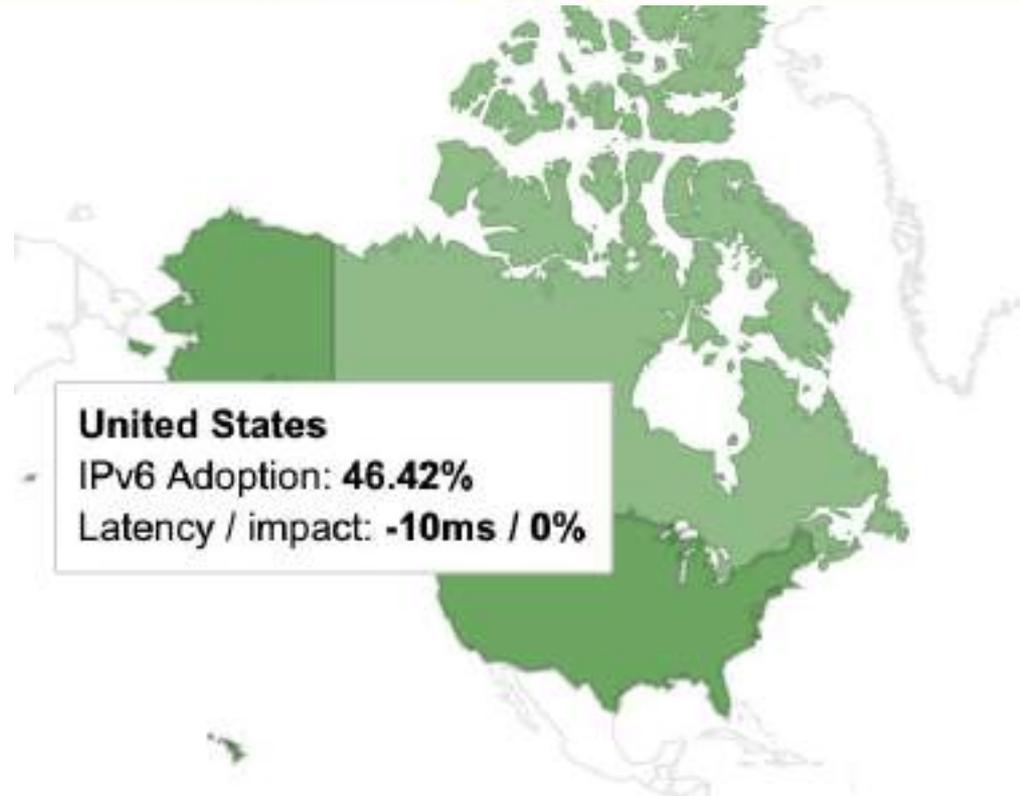
Como está a implantação do IPv6?



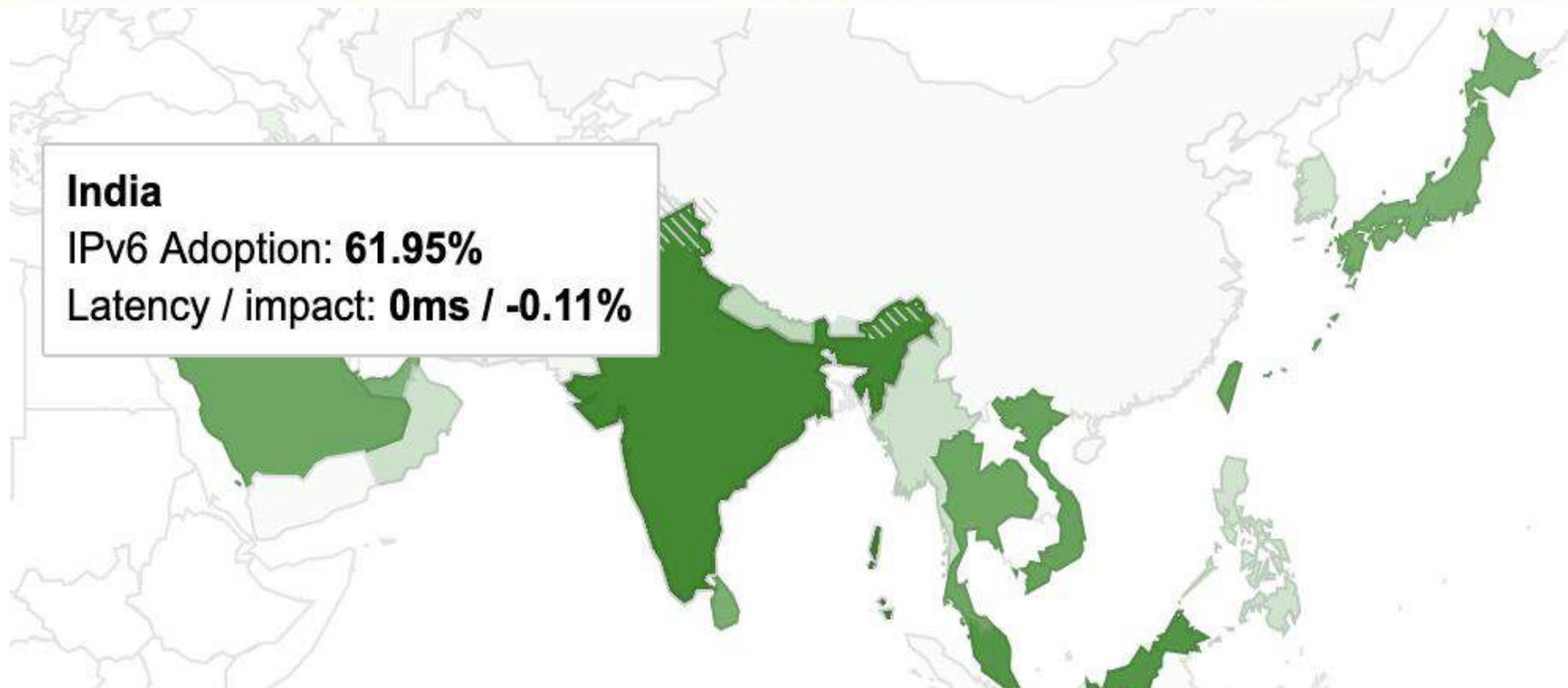
Qual é a situação atual do IPv6 no mundo?



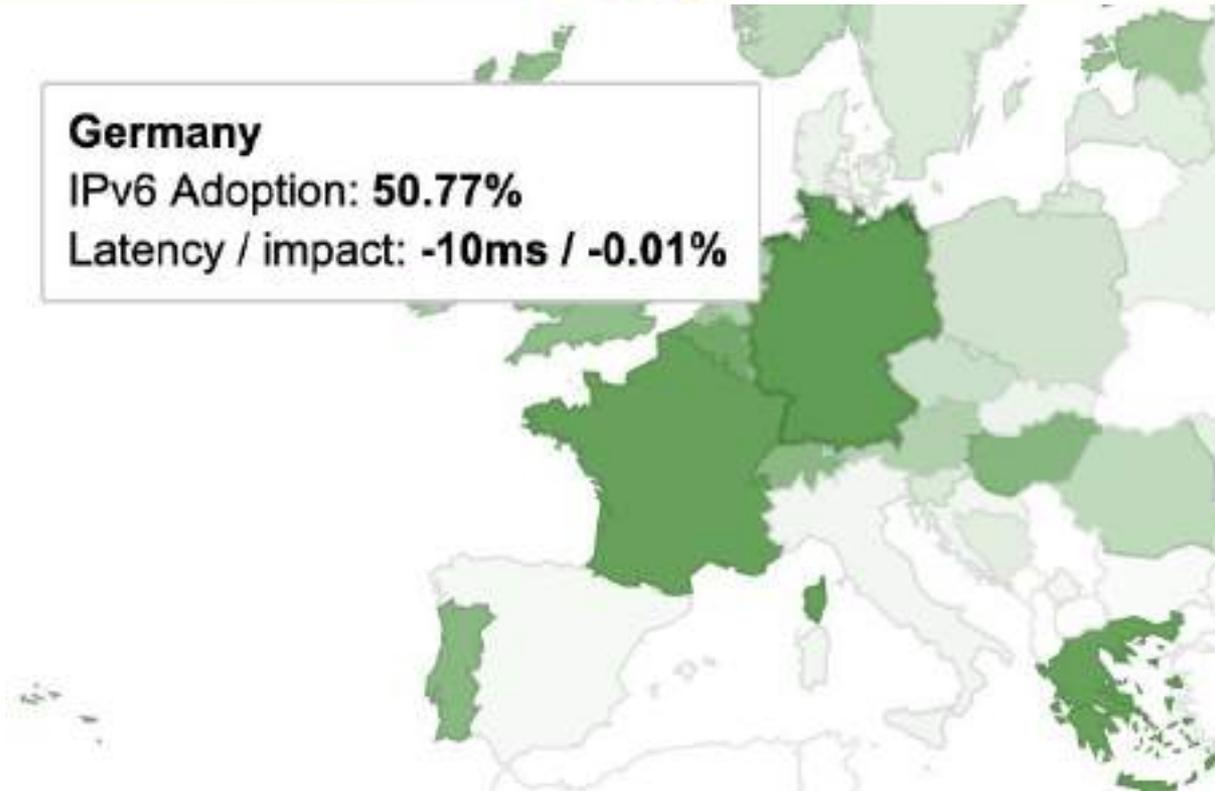
Qual é a situação atual do IPv6 no mundo?



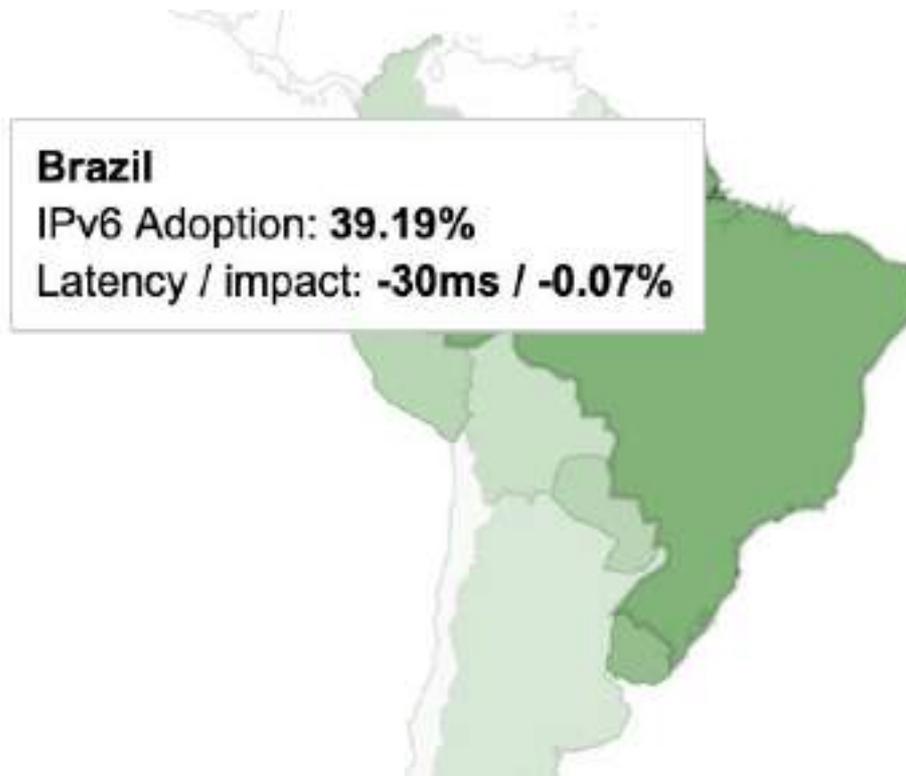
Qual é a situação atual do IPv6 no mundo?



Qual é a situação atual do IPv6 no mundo?



Qual é a situação atual do IPv6 no Brasil?



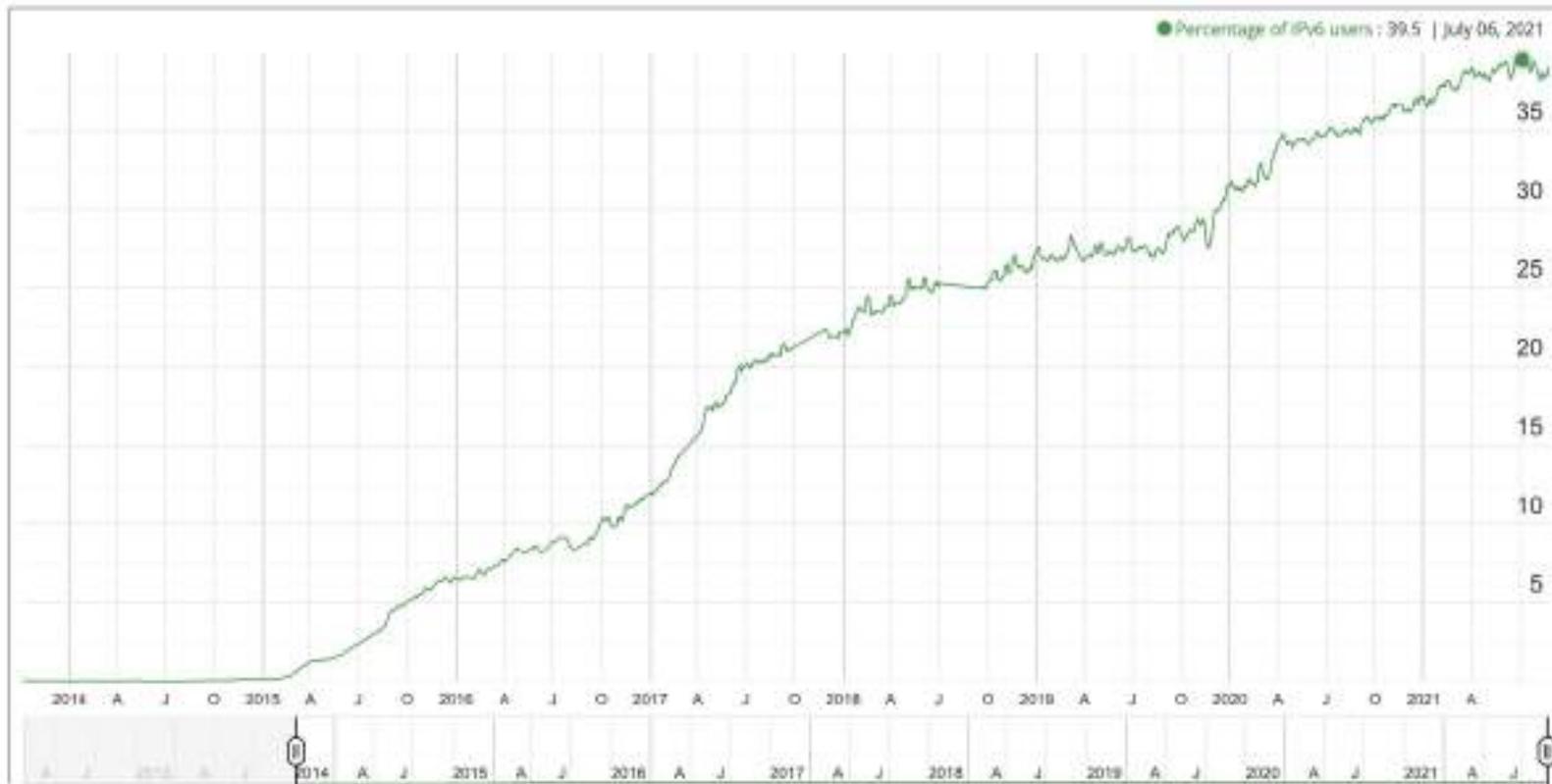
Qual é a situação atual do IPv6 no Brasil?

Brazil

IPv6 Deployment: **57.84%** (Prefixes : 57.02% | Transit AS : 80.13% | Content : 64.99% | Users : 39.1%)

Relative Index: **8.8 out of 10**

Qual é a situação atual do IPv6 no Brasil?



Qual é a situação atual do IPv6 no Brasil?

| Posição * ↑ | País/Região ↴ | Adoção do IPv6 ↴ | Crescimento semanal ↴ | Crescimento mensal ↴ |
|-------------|----------------|------------------|-----------------------|----------------------|
| 1 | India | 67.99% | ↗ 0.14% | ↗ 0.22% |
| 2 | United States | 59.47% | ↗ 8.53% | ↘ 0.81% |
| 3 | Brazil | 38.64% | ↘ 0.82% | ↗ 0.63% |
| 4 | Vietnam | 50.54% | ↗ 1.64% | ↗ 1.16% |
| 5 | Mexico | 41.6% | ↘ 0.12% | ↘ 0.06% |
| 6 | Thailand | 46.66% | ↘ 0.28% | ↘ 0.07% |
| 7 | Malaysia | 56.95% | ↗ 0.47% | ↗ 0.75% |
| 8 | Germany | 57.37% | ↗ 5.28% | ↘ 0.48% |
| 9 | France | 52.04% | ↗ 6.69% | ↗ 0.16% |
| 10 | United Kingdom | 37.4% | ↗ 6.56% | ↗ 0.37% |

Qual é a situação atual do IPv6 no Brasil?

| | | | |
|-----|--|-------------|--------|
| 9 | Verizon Wireless | 6167, 22394 | 83.32% |
| 58 | Cosmote Mobile Telecommunications S.A | 29247 | 82.90% |
| 116 | Community Fibre Ltd. | 201838 | 82.76% |
| 301 | Universidad Panamericana | 13679 | 82.19% |
| 278 | VentralP Group (Australia) Pty Ltd | 45638 | 80.81% |
| 13 | AT&T Wireless | 20057 | 80.62% |
| 223 | Fundacao Parque Tecnológico Itaipu – Brasil | 263083 | 78.86% |
| 254 | ARCKANET Internet Services | 29727 | 76.93% |
| 298 | Critical Colocation | 52342 | 76.66% |
| 37 | MEQ – SERVICOS DE COMUNICACOES E MULTIMEDIA S.A. | 3243 | 76.61% |
| 62 | Hughes Network Systems | 6621 | 76.52% |
| 317 | Bell Mobility | 36522 | 76.02% |

Showing 1 to 25 of 346 entries

First Previous 1 2 3 4 5 Next Last



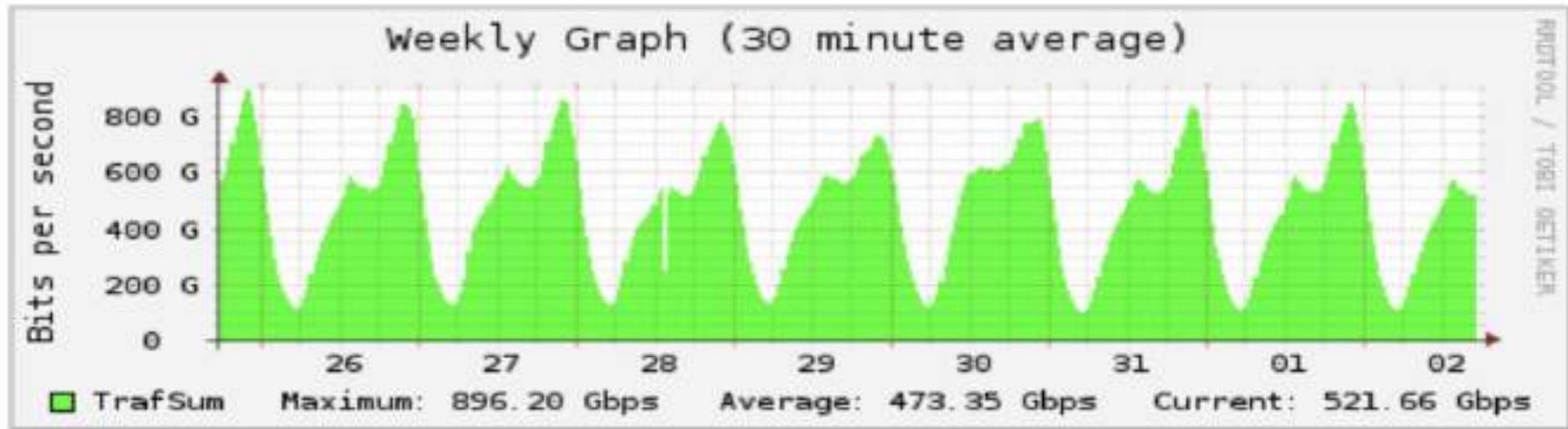
Qual é a situação atual do IPv6 no Brasil?

- Provedores de Hospedagem / Datacenters
 - SERPRO
 - Kinghost
 - Cloudflare
 - Amazon (EBL)
 - ALOG/Equinix
 - UOL/Diveo
 - Google (Blogger/Apps)
 - Akamai
 - Ovh
 - Softlayer
 - Digital Ocean



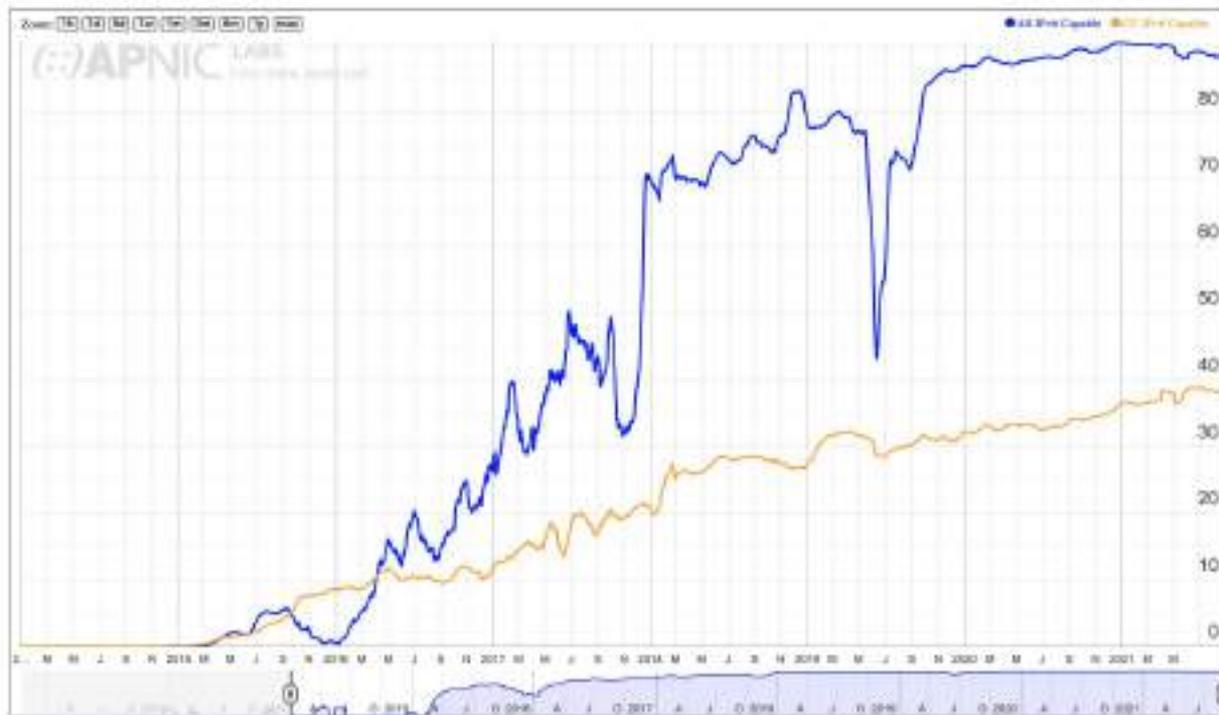
Qual é a situação atual do IPv6 no Brasil?

Tráfego IPv6 trocado no IX.br São Paulo



Qual é a situação atual do IPv6 nos Provedores?

IPv6 Per-Country Deployment for AS26599: TELEFONICA BRASIL S.A, Brazil (BR)



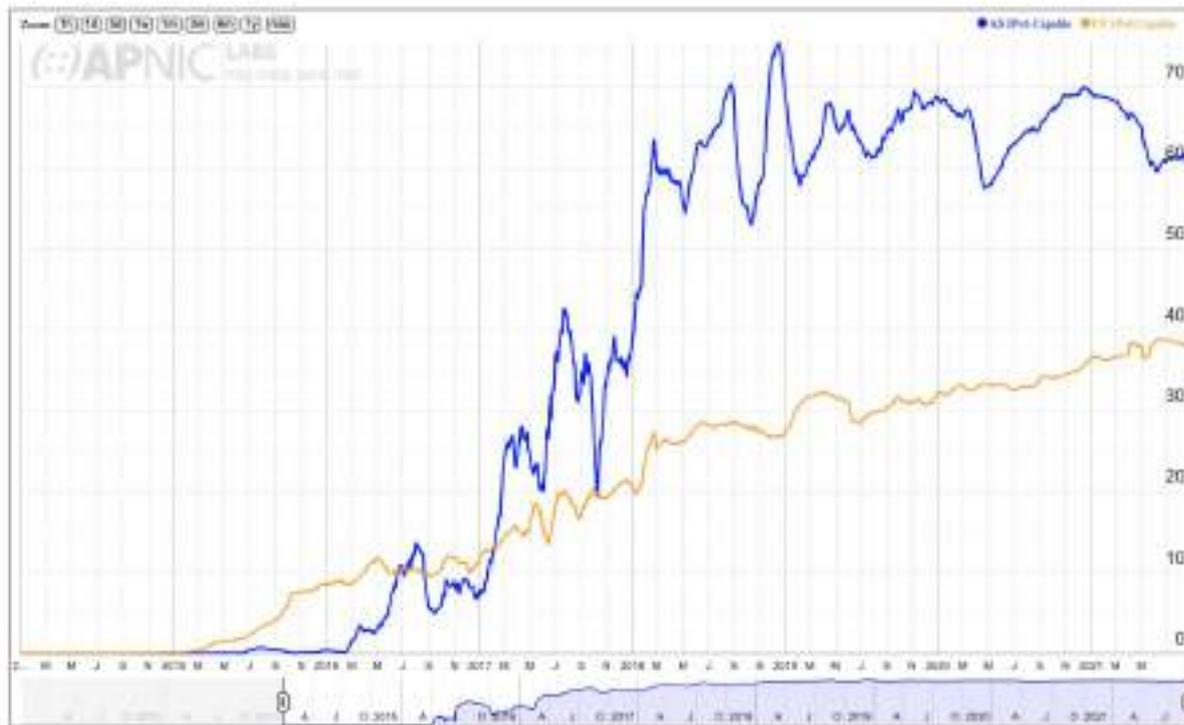
Qual é a situação atual do IPv6 nos Provedores?

IPv6 Per-Country Deployment for AS28573: CLARO S.A., Brazil (BR)



Qual é a situação atual do IPv6 nos Provedores?

IPv6 Per-Country Deployment for AS26615: TIM SA, Brazil (BR)



Qual é a situação atual do IPv6 nos Provedores?

IPv6 Per-Country Deployment for AS7738: Telemar Norte Leste S.A., Brazil (BR)



Qual é a situação atual do IPv6 nos Provedores?

IPv6 Per-Country Deployment for AS14868: COPEL Telecomunicacoes S.A., Brazil (BR)



Qual é a situação atual do IPv6 nos Provedores?

IPv6 Per-Country Deployment for AS53037: NEXTEL TELECOMUNICACOES LTDA, Bra



Qual é a situação atual do IPv6 nos sites?

Seu Sítio Web está pronto para usuários IPv6?

Este validador mostra se seu site está ou não pronto para receber usuários que utilizam IPv6. Para realizar o teste, digite abaixo o endereço do seu sítio.

TESTAR

O sítio nic.br é acessível via IPv6! O endereço é 2001:12FF:0:4::6

O servidor responde a uma requisição HEAD. Este é o teste mais importante, ele indica que o sítio é realmente acessível via IPv6.

É possível pingar o servidor usando IPv6.

O servidor DNS autoritativo é acessível via IPv6.

Como ficar por dentro do assunto?

- Curso a Distância

<http://saladeaula.nic.br>

- Site

<http://ipv6.br>



The screenshot shows a web interface for a course titled "Curso de IPv6 Básico a Distância". The navigation menu at the top includes "Página Inicial", "Curso" (selected), "Discussão", "Progresso", "Laboratório de IPv6", and "Ajuda IPv6 Básico". The left sidebar contains a "Favoritos" section with links for "Introdução ao curso", "Informações gerais" (highlighted), "Sobre a plataforma edX", "Sobre o curso", "Vamos começar", "Módulo 1: Como duas máquinas se comunicam em IPv6?", "Módulo 2: Como trabalhar com endereços IPv6?", and "Módulo 3: Como os equipamentos obtêm endereços IPv6?". The main content area displays the breadcrumb "Introdução ao curso > Informações gerais > Boas vindas ao curso" and a progress bar. The heading is "Boas vindas ao curso" with a "Bookmark this page" link. The text reads: "Olá, seja muito bem vindo ao nosso **Curso de IPv6 Básico a Distância**. Antes de você começar o curso, nós precisamos dar umas explicações **muito importantes** sobre como o curso vai funcionar. Primeiramente explicaremos algumas coisas sobre **como navegar** na plataforma de ensino utilizada nesse curso, o edX. Depois falaremos sobre **como esse curso está estruturado**. Então finalmente você estará pronto para desbravar o mundo do novo protocolo de Internet chamado IPv6. Boa sorte :-]. Para avançar para o próximo conteúdo, clique no botão **"Próximo"**."

Como ficar por dentro do assunto?

- **IGF (*Internet Governance Forum*)**
 - **2018: Paris, França**
 - *"Game Over IPv4: The need of IPv6 for the future of games"*
Assista em: <https://youtu.be/z5PJ550-dZA>
 - **2019: Berlim, Alemanha**
 - *"IPv6 Independence Day: Rest in peace IPv4"*
Assista em: https://youtu.be/j_wC28OfAkY
 - *"IPv6: Why should I care?"*
Assista em: <https://youtu.be/4p7cGQ0m8y8>
 - **2020: Virtual**
 - *"Believe it or not, the Internet Protocol is on Sale!"*
Assista em: <https://youtu.be/MBPek2pMi7Q>



Como ficar por dentro do assunto?

- **Intra Rede - <https://intrarede.nic.br/>**
 - *Fim do IPv4, transferência de IP e adoção do IPv6*
 - <https://youtu.be/dkVHgQDRLxE>
 - IPv6: casos de sucesso
 - <https://youtu.be/zP3eY0oXD5w>
- **Camada 8**
 - Rumo ao IPv6 Brasil!
 - Roteamento de Ideias - Entrevista sobre IPv6, Fim do IPv4 e CGNAT com Fernando Frediani do BPF
 - <https://www.nic.br/podcasts/camada8/>

Dúvidas?



Dinâmica - Negociação

- **Vamos agora para a nossa dinâmica de negociação com IPv6!**



Obrigado!

Eduardo Barasal Morales

emorales@nic.br

<https://linkedin.com/in/eduardo-barasal-morales>

Lucas Jorge da Silva

lucasjorge@nic.br

<https://www.linkedin.com/in/lucasjorge/>

ipv6@nic.br



MINISTÉRIO DO
TURISMO

MINISTÉRIO DA
DEFESA

MINISTÉRIO DA
SAÚDE

MINISTÉRIO DAS
COMUNICAÇÕES

MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES

