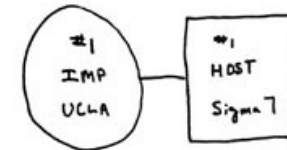


# IPv6.br

A Nova Geração do  
Protocolo Internet

# A Internet e o TCP/IP

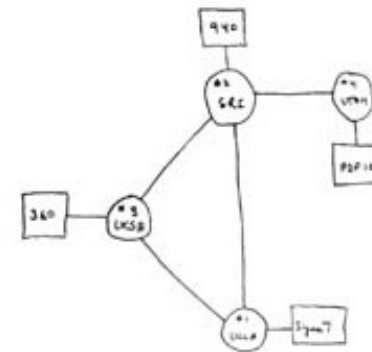
- 1969 – Início da ARPANET
- 1981 – Definição do IPv4 na RFC 791
- 1983 – ARPANET adota o TCP/IP
- 1990 – Primeiros estudos sobre o esgotamento dos endereços
- 1993 – Internet passa a ser explorada comercialmente
  - Intensifica-se a discussão sobre o possível esgotamento dos endereços livres e do aumento da tabela de roteamento.



THE ARPA NETWORK

SEPT 1969

1 NODE



THE ARPA NETWORK

DEC 1969

4 Nodes

# Esgotamento dos endereços IPv4

- IPv4 = 4.294.967.296 endereços.
- Política inicial de distribuição de endereços.
  - Classe A
    - IBM
    - HP
    - AT&T
    - MIT
    - DoD
    - US Army
    - USPS
    - .....
  - Classe B
  - Classe C
  - Endereços reservados

# Esgotamento dos endereços IPv4

- Crescimento exponencial da Internet.

<b>Data</b>	<b>Hosts</b>	<b>Domínios</b>
1981	213	-
1982	235	-
1983	562	-
1984	1.024	-
1985	1.961	-
1986	5.089	-
1987	28.174	-
1988	56.000	1.280
1989	159.000	4.800
1990	313.000	9.300
1991	617.000	18.000
1992	1.136.000	17.000
1993	2.056.000	26.000
1994	3.212.000	46.000
1995	8.200.000	120.000
1996	16.729.000	488.000
1997	26.053.000	1.301.000

# Soluções

## Soluções paliativas:

- 1992 - IETF cria o grupo ROAD (*ROuting and ADdressing*).
  - CIDR (RFC 4632)
    - ♦ Fim do uso de classes = blocos de tamanho apropriado.
    - ♦ Endereço de rede = prefixo/comprimento.
    - ♦ Agregação das rotas = reduz o tamanho da tabela de rotas.
- DHCP
  - Alocações dinâmicas de endereços.
- NAT + RFC 1918
  - Permite conectar toda uma rede de computadores usando apenas um endereço válido na Internet, porém com várias restrições.

# Soluções

## ▪ NAT

### • Vantagens:

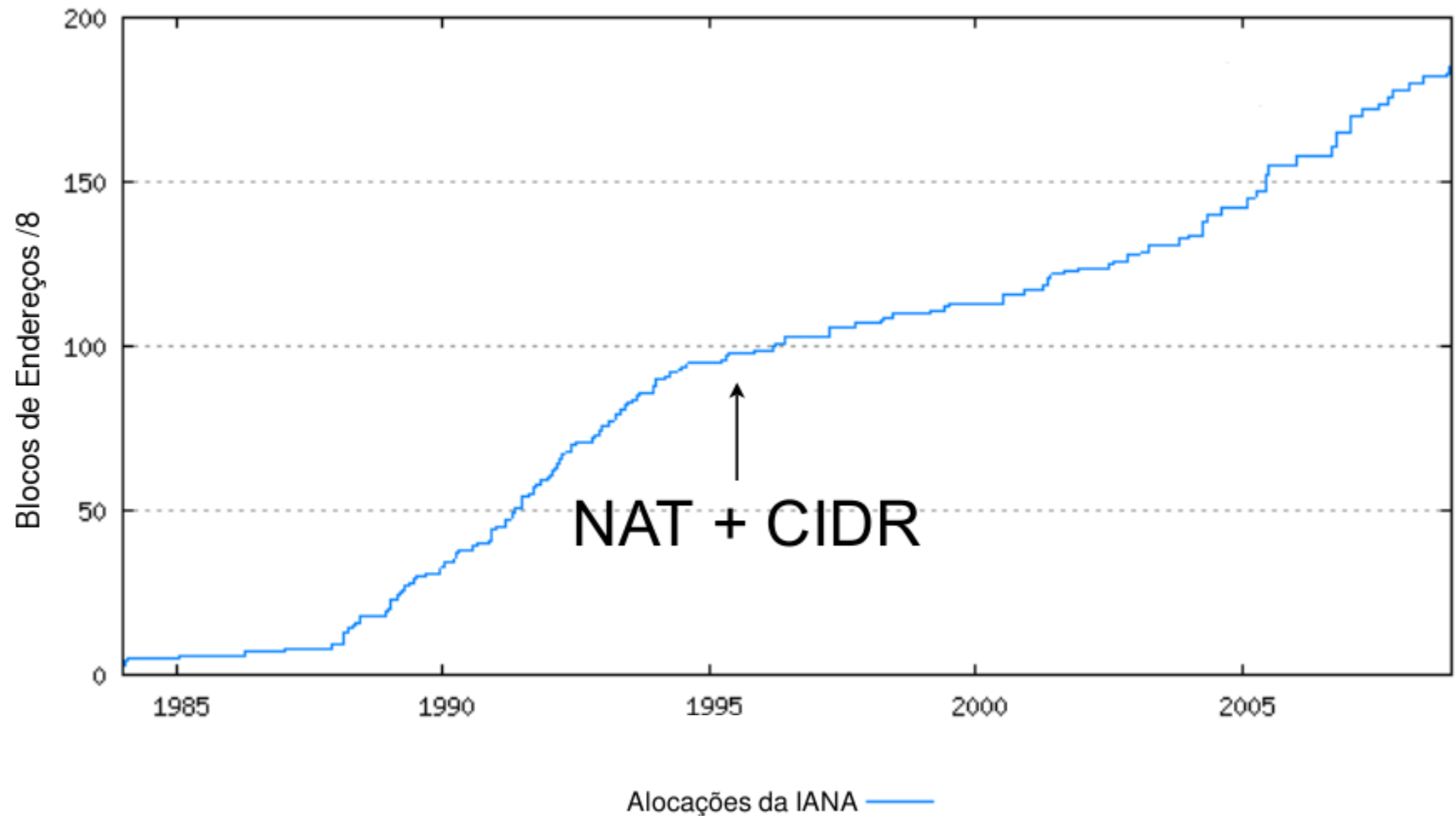
- ♦ Reduz a necessidade de endereços públicos;
- ♦ Facilita a numeração interna das redes;
- ♦ Oculta a topologia das redes;
- ♦ Só permite a entrada de pacotes gerado em resposta a um pedido da rede.

### • Desvantagens:

- ♦ Quebra o modelo fim-a-fim da Internet;
- ♦ Dificulta o funcionamento de uma série de aplicações;
- ♦ Não é escalável;
- ♦ Aumento do processamento no dispositivo tradutor;
- ♦ Falsa sensação de segurança;
- ♦ Impossibilidade de se rastrear o caminho do pacote;
- ♦ Impossibilita a utilização de algumas técnicas de segurança como IPSec.

# Soluções

**Soluções paliativas: Queda de apenas 14%**



# Soluções

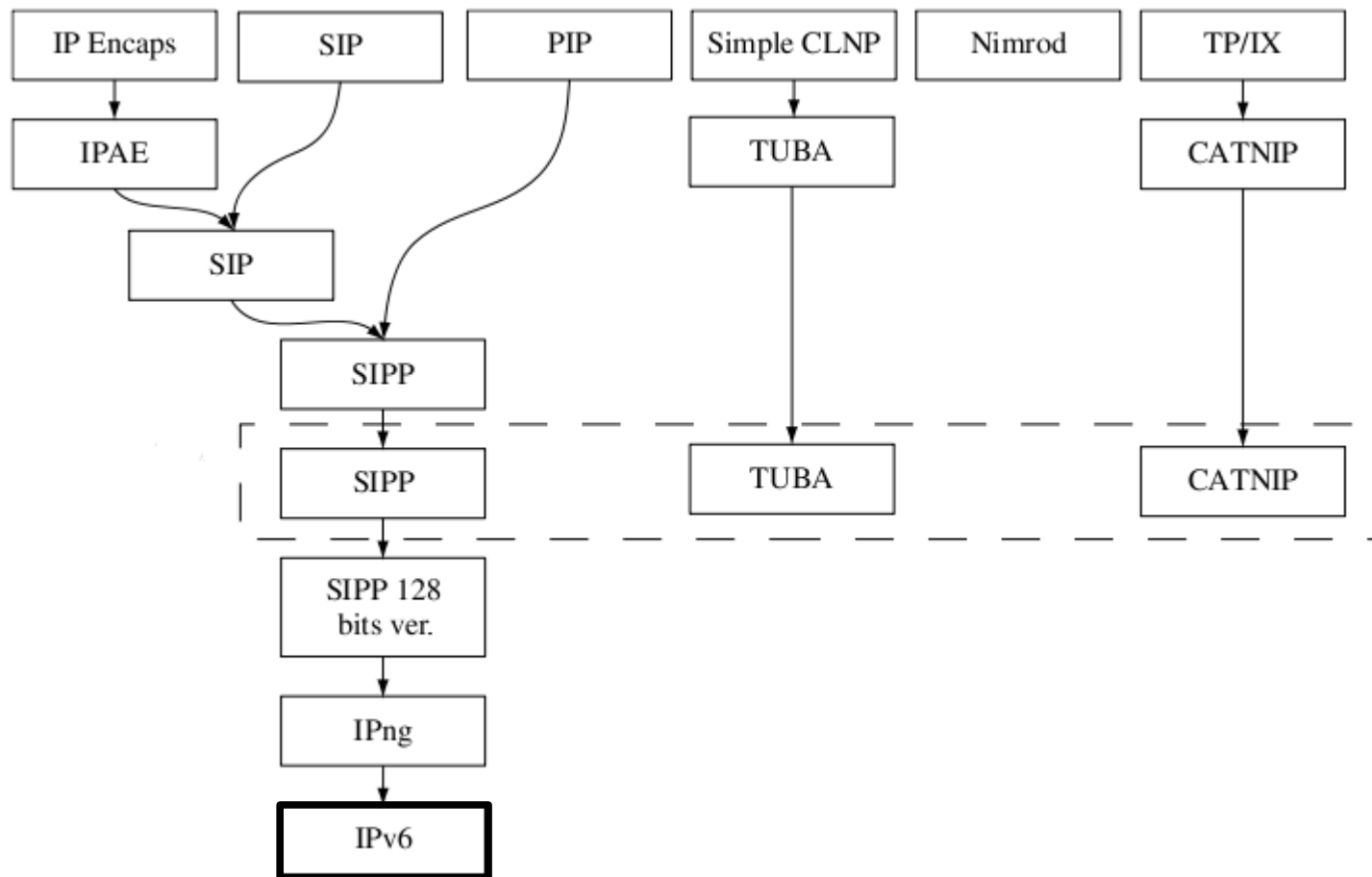
Estas medidas geraram mais tempo para desenvolver uma nova versão do IP.

- 1992 - IETF cria o grupo IPng (*IP Next Generation*)
  - Principais questões:
    - ♦ Escalabilidade;
    - ♦ Segurança;
    - ♦ Configuração e administração de rede;
    - ♦ Suporte a QoS;
    - ♦ Mobilidade;
    - ♦ Políticas de roteamento;
    - ♦ Transição.



# IPv6: A Solução Definitiva

1998 - Definido pela RFC 2460



# Endereçamento IPv6

Um endereço **IPv4** é formado por **32 bits**.

**$2^{32} = 4.294.967.296$**  endereços

Um endereço **IPv6** é formado por **128 bits**.

**$2^{128} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$**

- ~ 56 octilhões ( $5,6 \times 10^{28}$ ) de endereços IP por ser humano.
- ~ 79 octilhões ( $7,9 \times 10^{28}$ ) de endereços a mais do que no IPv4.

# Endereçamento IPv6

O IPv6 é representado por 8 campos de endereços de 16 bits (em forma hexadecimal), separados por dois pontos

**2001:0db8:0000:CAFE:0000:0000:087C:140b**

**2001:db8:0:CAFE::087C:140b**

Prefixos

- Como o CIDR (IPv4)
- Exemplo: **2001:db8:12::/48**

URL

- [http://\[2001:DB8:CAFE::20\]:8080](http://[2001:DB8:CAFE::20]:8080)
- [http://\[2001:DB8:CAFE::20\]/index.htm](http://[2001:DB8:CAFE::20]/index.htm)

# Endereçamento IPv6

- Categorias:
  - **Unicast** – Isso equivale a um endereço IP de destino.
    - *Global Unicast; Link-Local (FE80::<64); Unique-Local (FC00::<7); Unspecified (:::); Loopback (::1); IPv4-mapeado (::FFFF:wxyz).*
  - **Multicast** – O *Multicast* será enviado para vários destinos (pense em um broadcast para uma sub-rede). Todas as máquinas, de acordo com suas configurações, vão processar a informação (**FF00::<8**).
  - **Anycast** – O *Anycast* será enviado para vários destinos, mas, no fim, será entregue ao primeiro dispositivo que estiver no caminho de roteamento.

Não existe mais **Broadcast**.

# Cabeçalho IPv6

- Mais simples
  - 40 Bytes (tamanho fixo).
  - Apenas duas vezes maior que o da versão anterior.
- Mais flexível
  - Extensão por meio de cabeçalhos adicionais.
- Mais eficiente
  - Minimiza o *overhead* nos cabeçalhos.
  - Reduz o custo do processamento dos pacotes.

# Cabeçalho IPv6

Versão (Version)	Tamanho do Cabeçalho (IHL)	Tipo de Serviço (ToS)	Tamanho Total (Total Length)	
Identificação (Identification)		Flags	Deslocamento do Fragmento (Fragment Offset)	
Tempo de Vida (TTL)	Protocolo (Protocol)	Soma de verificação do Cabeçalho (Checksum)		
Endereço de Origem (Source Address)				
Endereço de Destino (Destination Address)				
Opções + Complemento (Options + Padding)				

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

- Seis campos do cabeçalho IPv4 foram removidos.

# Cabeçalho IPv6

Versão (Version)	Tamanho do Cabeçalho (IHL)	Tipo de Serviço (ToS) <sup>1</sup>	Tamanho Total (Total Length) <sup>2</sup>	
Identificação (Identification) <sup>4</sup>		Flags	Deslocamento do Fragmento (Fragment Offset)	
Tempo de Vida (TTL) <sup>4</sup>	Protocolo (Protocol) <sup>3</sup>	Soma de verificação do Cabeçalho (Checksum)		
Endereço de Origem (Source Address)				
Endereço de Destino (Destination Address)				
Opções + Complemento (Options + Padding)				

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

- Seis campos do cabeçalho IPv4 foram removidos.
- Quatro campos tiveram seus nomes alterados e seus posicionamentos modificados.

# Cabeçalho IPv6

Versão (Version)	Tamanho do Cabeçalho (IHL)	Tipo de Serviço (ToS)	Tamanho Total (Total Length)	
Identificação (Identification)		Flags	Deslocamento do Fragmento (Fragment Offset)	
Tempo de Vida (TTL)	Protocolo (Protocol)	Soma de verificação do Cabeçalho (Checksum)		
Endereço de Origem (Source Address)				
Endereço de Destino (Destination Address)				
Opções + Complemento (Options + Padding)				

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

- Seis campos do cabeçalho IPv4 foram removidos.
- Quatro campos tiveram seus nomes alterados e seus posicionamentos modificados.
- O campo Identificador de Fluxo foi acrescentado.



# Cabeçalho IPv6

Versão (Version)	Tamanho do Cabeçalho (IHL)	Tipo de Serviço (ToS)	Tamanho Total (Total Length)	
Identificação (Identification)		Flags	Deslocamento do Fragmento (Fragment Offset)	
Tempo de Vida (TTL)	Protocolo (Protocol)	Soma de verificação do Cabeçalho (Checksum)		
Endereço de Origem (Source Address)				
Endereço de Destino (Destination Address)				
Opções + Complemento (Options + Padding)				

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

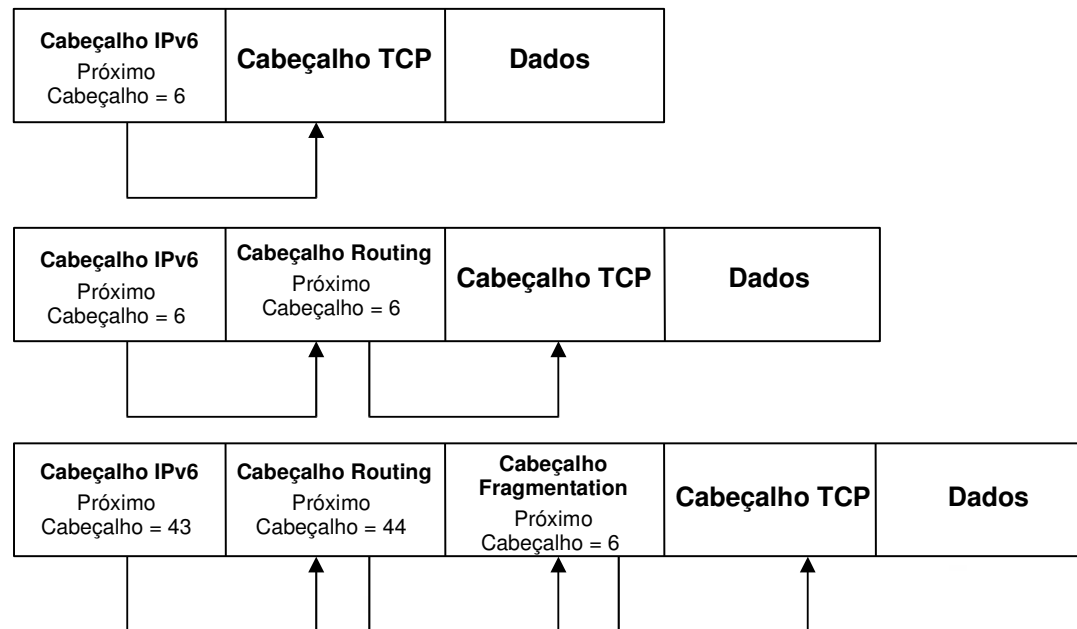
- Seis campos do cabeçalho IPv4 foram removidos.
- Quatro campos tiveram seus nomes alterados e seus posicionamentos modificados.
- O campo Identificador de Fluxo foi acrescentado.
- Três campos foram mantidos.

# Cabeçalho IPv6

Versão (Version)	Classe de Tráfego (Traffic Class)	Identificador de Fluxo (Flow Label)	
Tamanho dos Dados (Payload Length)		Próximo Cabeçalho (Next Header)	Limite de Encaminhamento (Hop Limit)
Endereço de Origem ( <i>Source Address</i> )			
Endereço de Destino ( <i>Destination Address</i> )			

# Cabeçalhos de Extensão

- No IPv6, opções adicionais são tratadas por meio de cabeçalhos de extensão.
- Localizam-se entre o cabeçalho base e o cabeçalho da camada de transporte.
- Não há nem quantidade, nem tamanho fixo para estes cabeçalhos.
- *Hop-By-Hop, Destination Options, Routing, Fragmentation, Authentication, Encapsulating Security Payload.*



# Funcionalidades IPv6

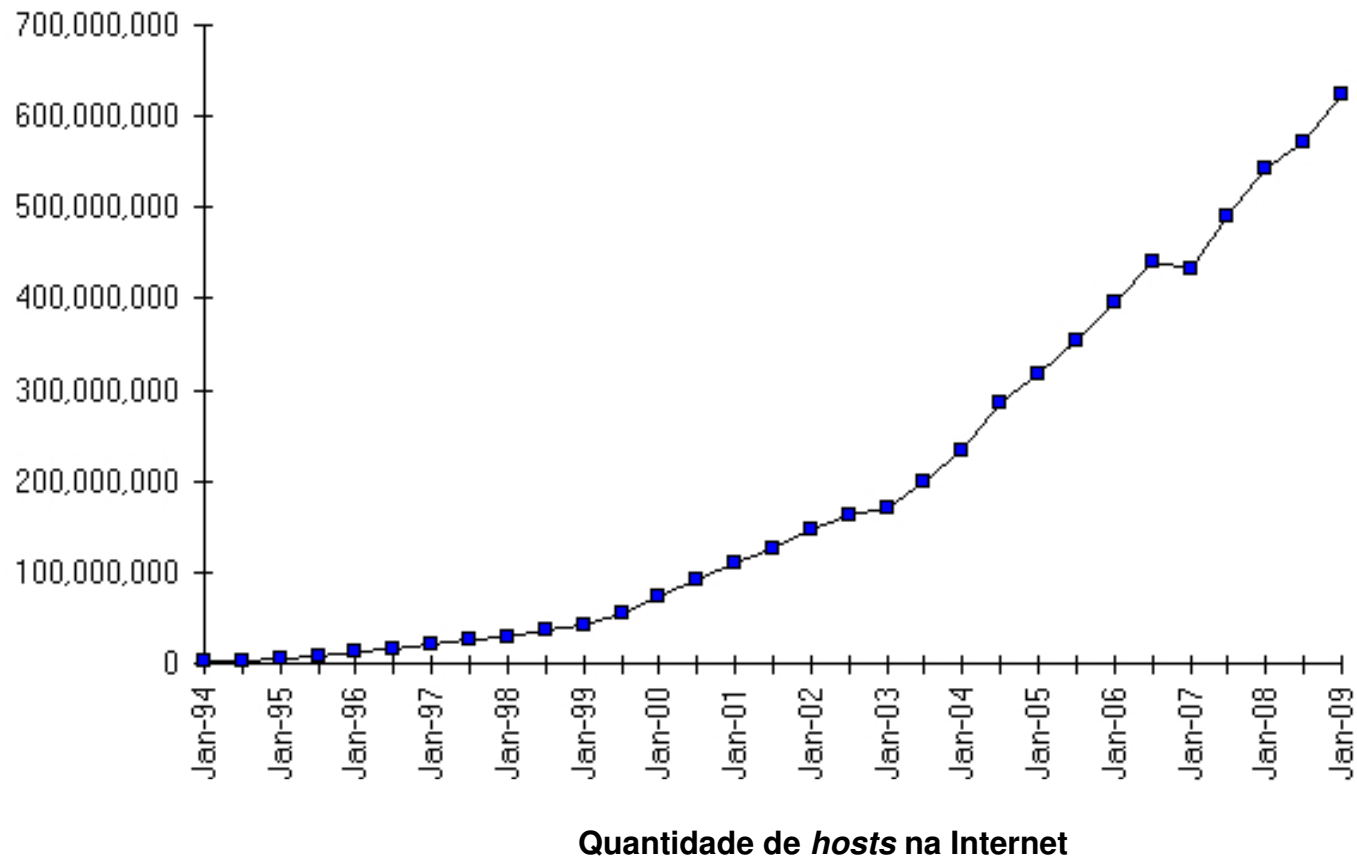
- Descoberta de Vizinhança (*Neighbor Discovery*)
  - Localiza nós na rede
  - Resolução de endereços MAC (Substitui o protocolo ARP do IPv4)
  - Autoconfiguração Stateless
- Fragmentação
- *Jumbograms*
- Suporte a Mobilidade
- *QoS*
- **SEGURANÇA**
  - IPSec
  - SEND

# Interoperabilidade

- Ferramentas de transição
  - Pilha Dupla: provê o suporte a ambos os protocolos no mesmo dispositivo.
  - Tunelamento: permite o tráfego de pacotes IPv6 sobre estruturas de rede IPv4.
    - Tunnel Broker / 6to4 / ISATAP / Teredo
  - Tradução: permite a comunicação entre nós com suporte apenas a IPv6 com nós que suportam apenas IPv4.
    - SIIT / BIS / BIA / TRT / SOCKS64 / ALG

# Por que utilizar IPv6 hoje?

- A Internet continua crescendo

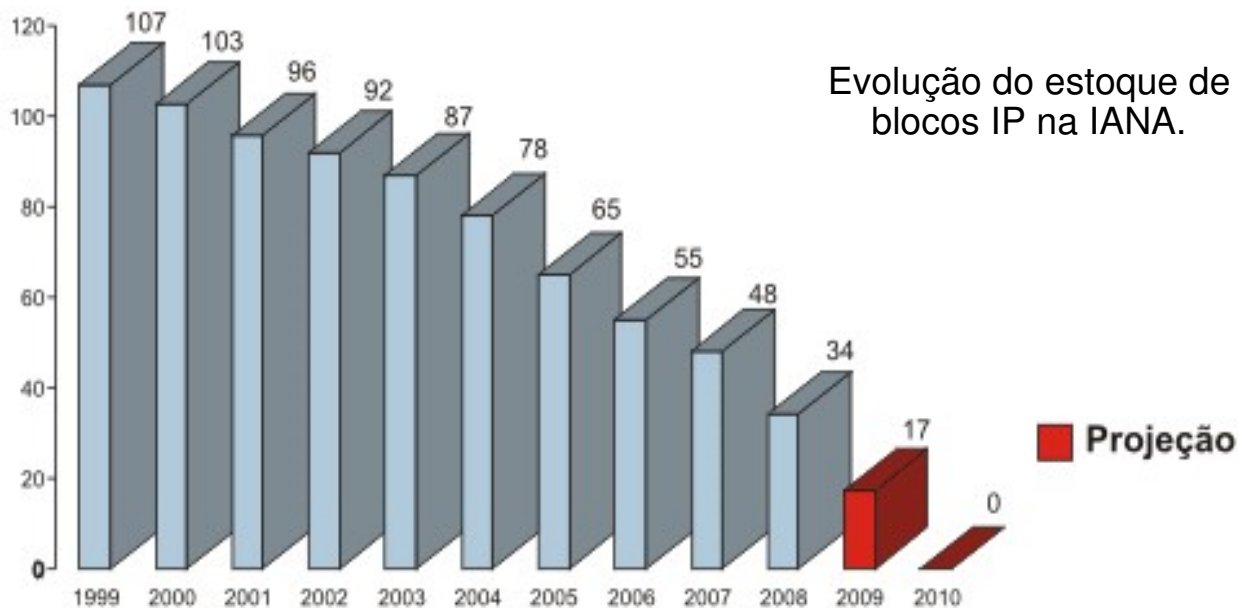


# Por que utilizar IPv6 hoje?

- A Internet continua crescendo
  - Mundo
    - ♦ 1.596.270.108 usuários de Internet;
    - ♦ 23,8% da população;
    - ♦ Crescimento de 342,2% nos últimos 8 anos.
  - Brasil
    - ♦ 21% de domicílios com acesso à Internet;
    - ♦ 1,98 milhões de conexões em banda larga móvel;
    - ♦ 9,83 milhões de conexões em banda larga fixa.
    - ♦ Crescimento de 45,9% em relação ao ano anterior (móvel+fixa).

# Por que utilizar IPv6 hoje?

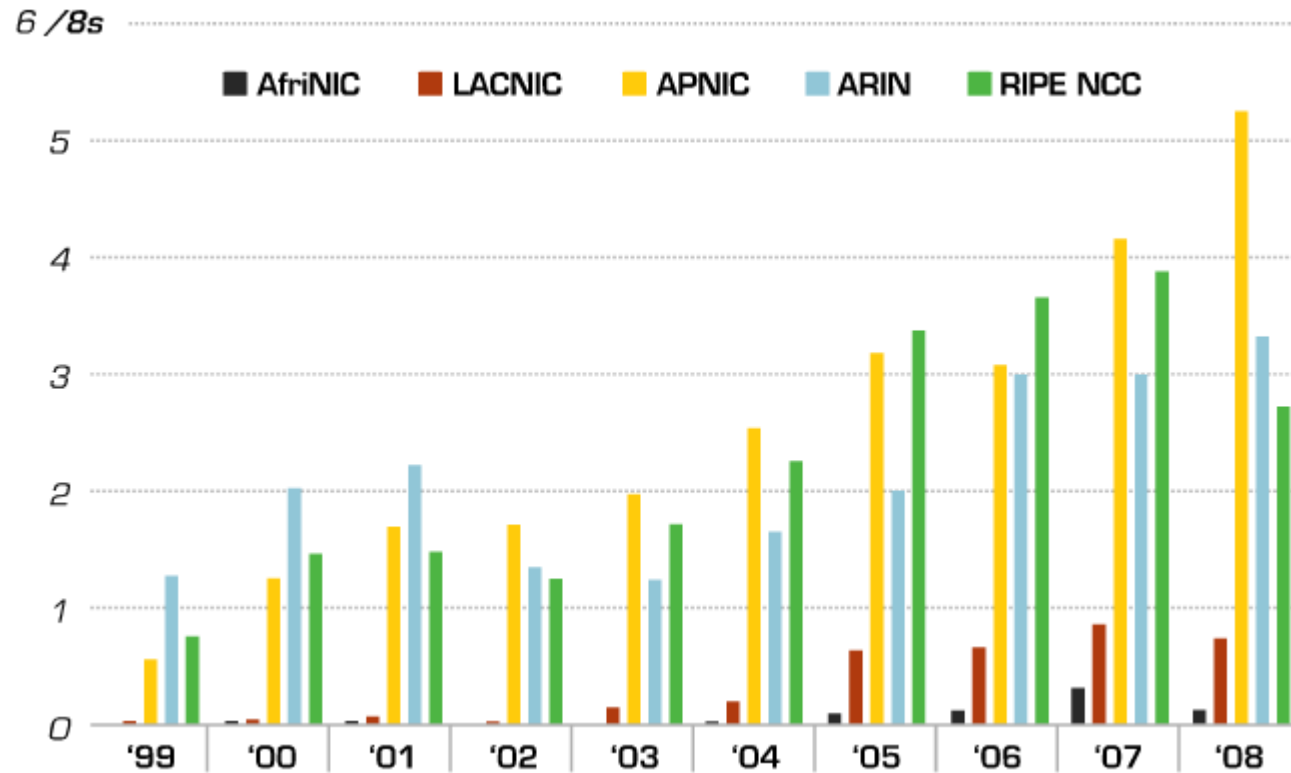
- E a demanda por endereços IPv4 também cresce
  - Hoje existem apenas 30 blocos /8 livres na IANA, ou seja, apenas 11% do total;
  - Previsões atuais apontam para um esgotamento desses blocos em 2010;
  - O estoque dos RIRs deve durar 2 ou 3 anos a mais.





# Por que utilizar IPv6 hoje?

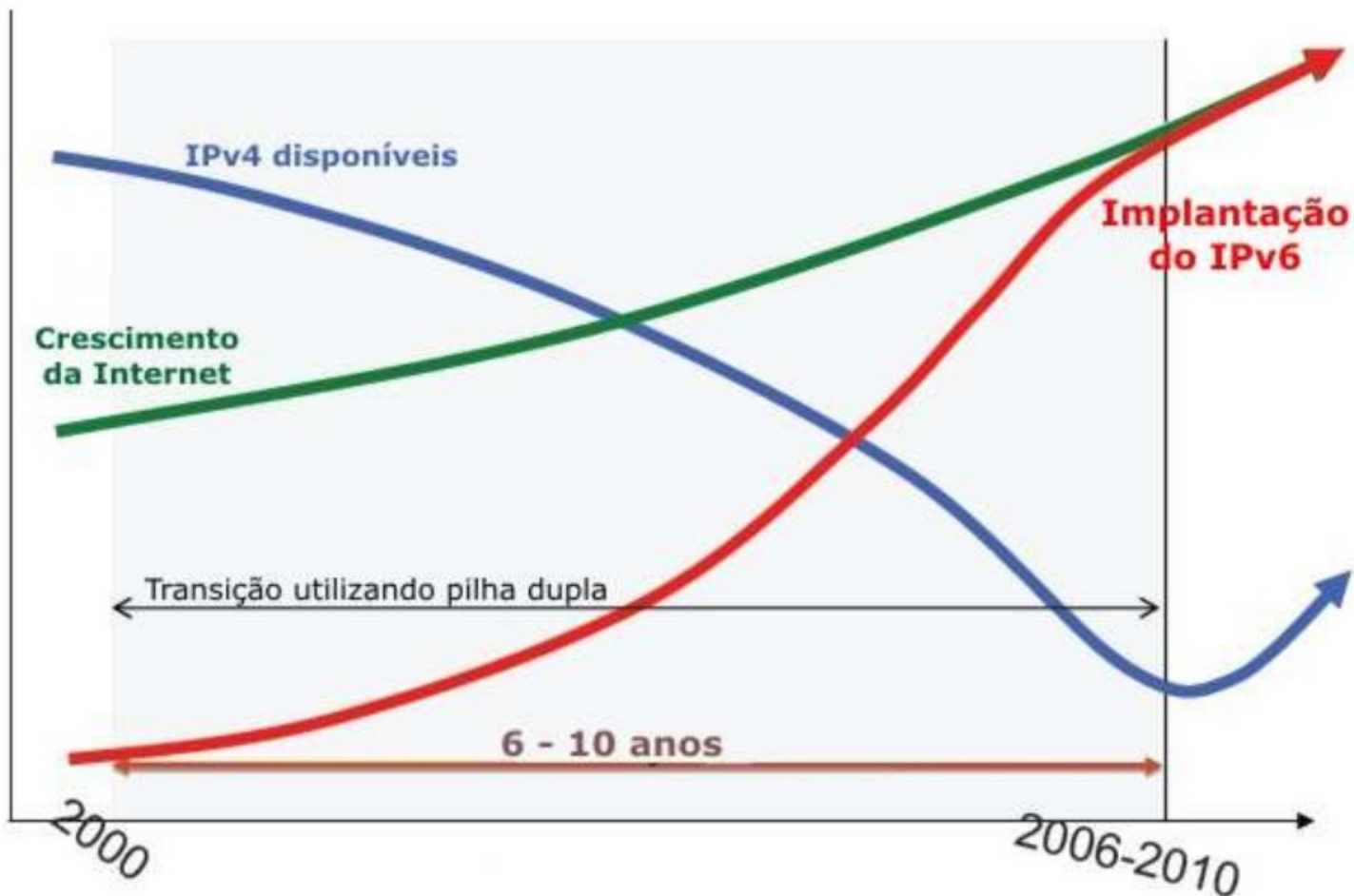
- E a demanda por endereços IPv4 também cresce



Quantidade de blocos (/8) IPv4 solicitados anualmente pelos RIRs.

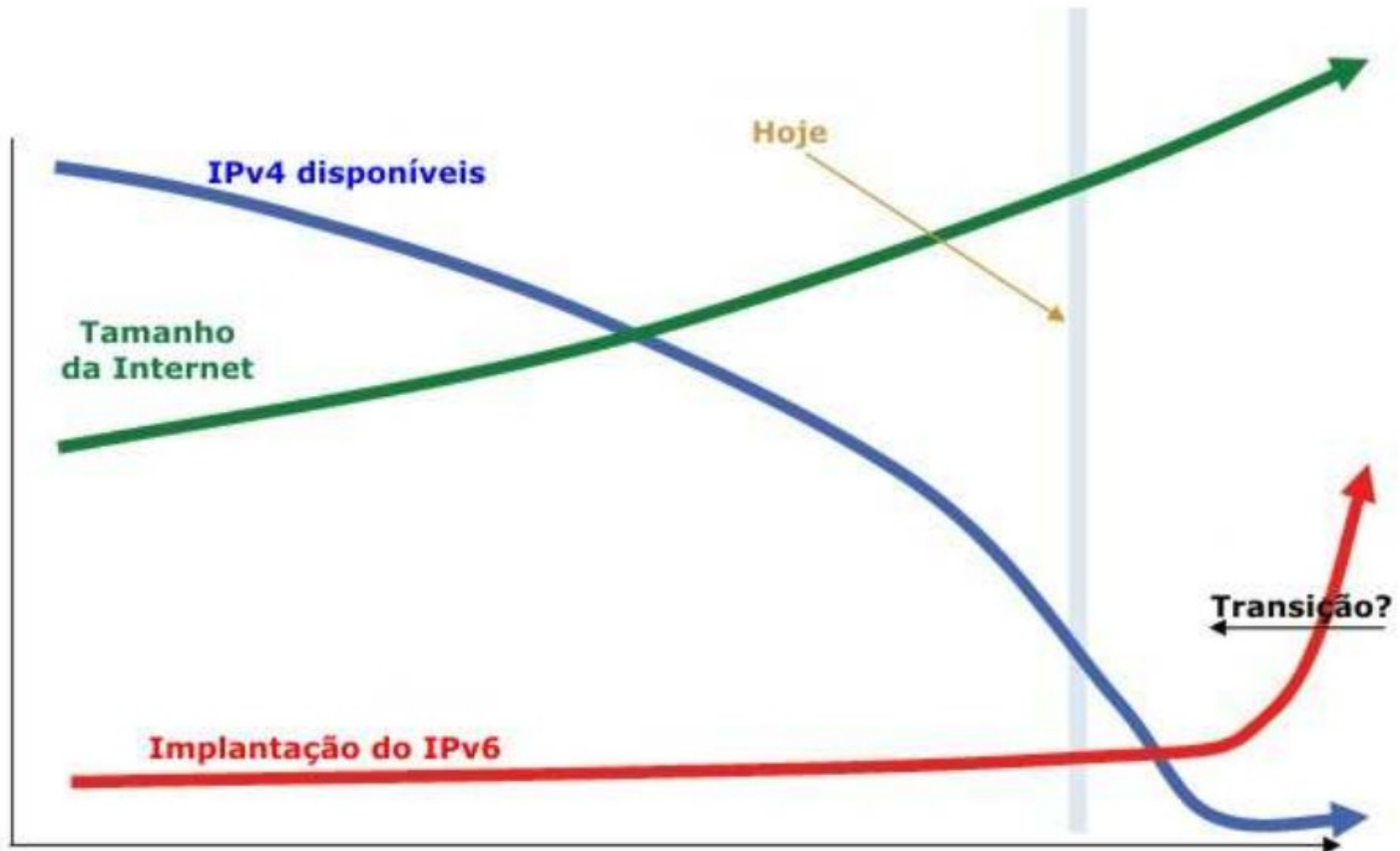
# Como está a implantação do IPv6?

- A previsão inicial era que fosse assim:

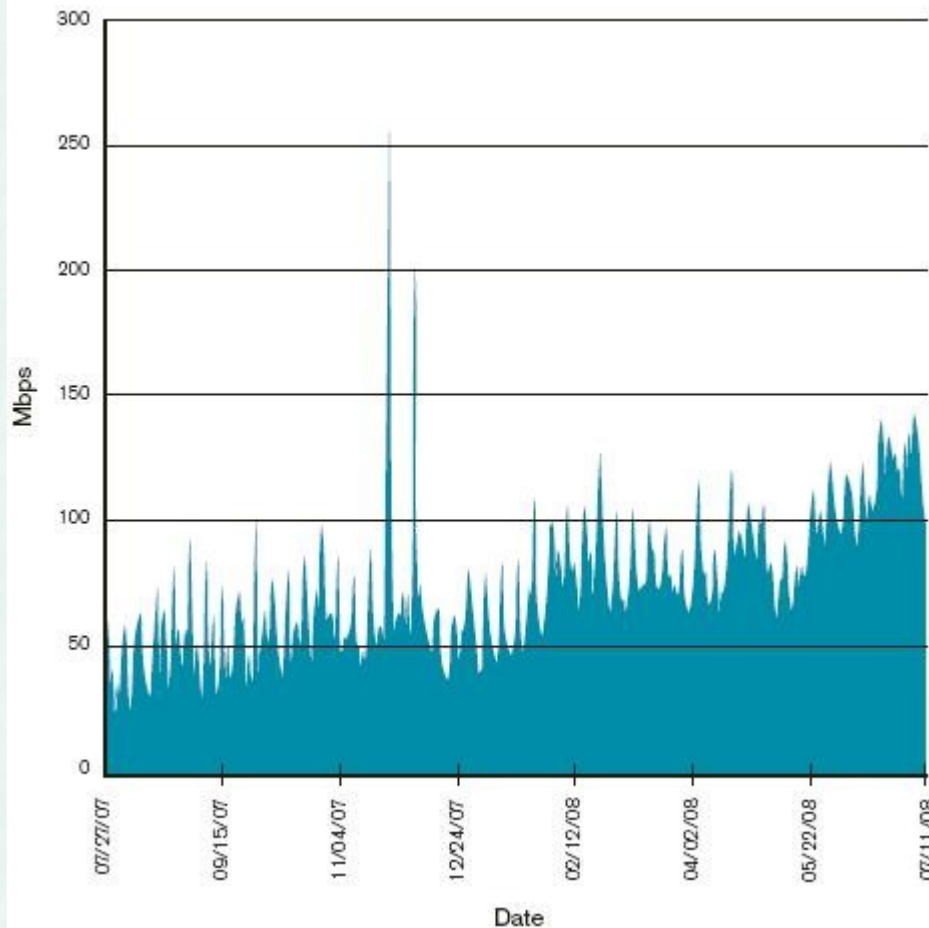


# Como está a implantação do IPv6?

- Mas a previsão agora está assim:



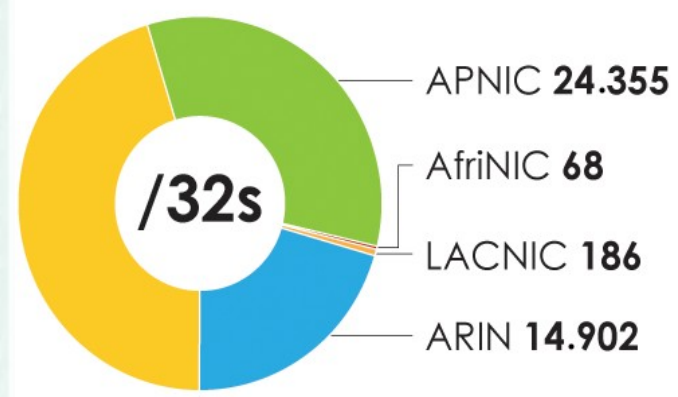
# Como está a implantação do IPv6?



- Tráfego IPv6 na Internet corresponde a 0,0026%
- ~0,2% de clientes da Google possuem IPv6 ativado
- 4,5% dos ASs trabalham sobre IPv6
- 38,4% dos servidores de DNS reverso IPv6 são acessíveis via IPv6
- das 500 páginas mais populares da Internet apenas 2 utilizam IPv6

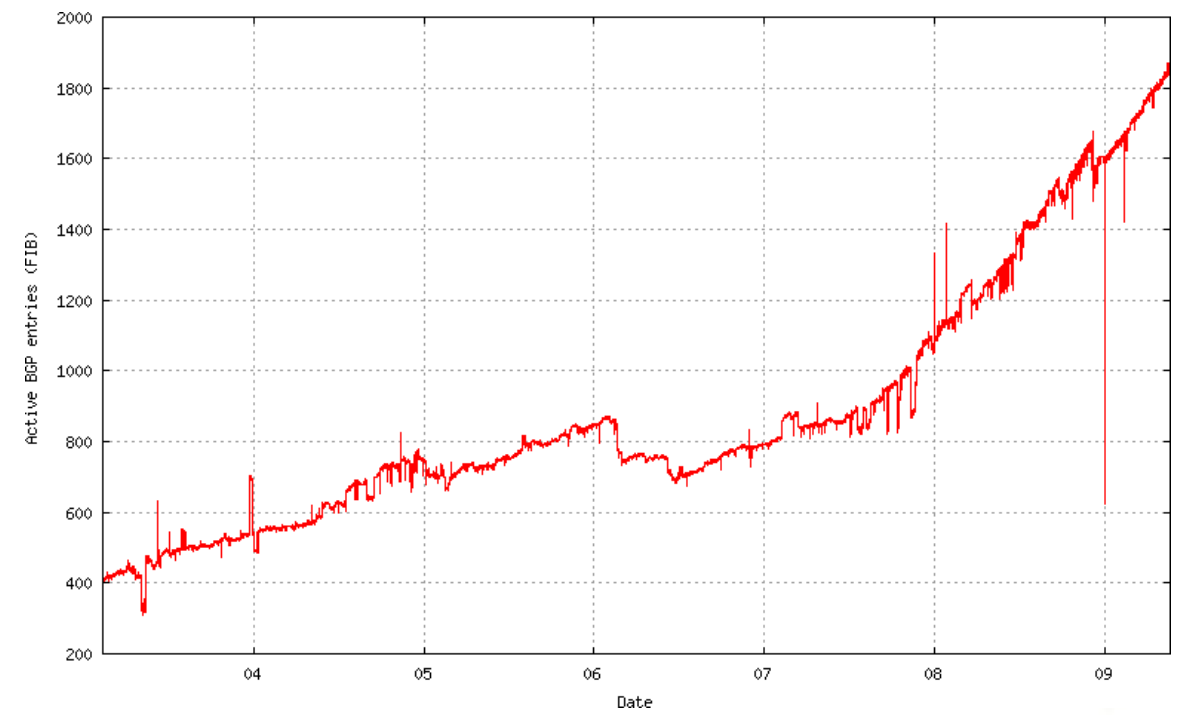
# Como está a implantação do IPv6?

- Dos ~72.000 blocos /32 já alocados pelos RIR, apenas 2,5% são efetivamente utilizados.



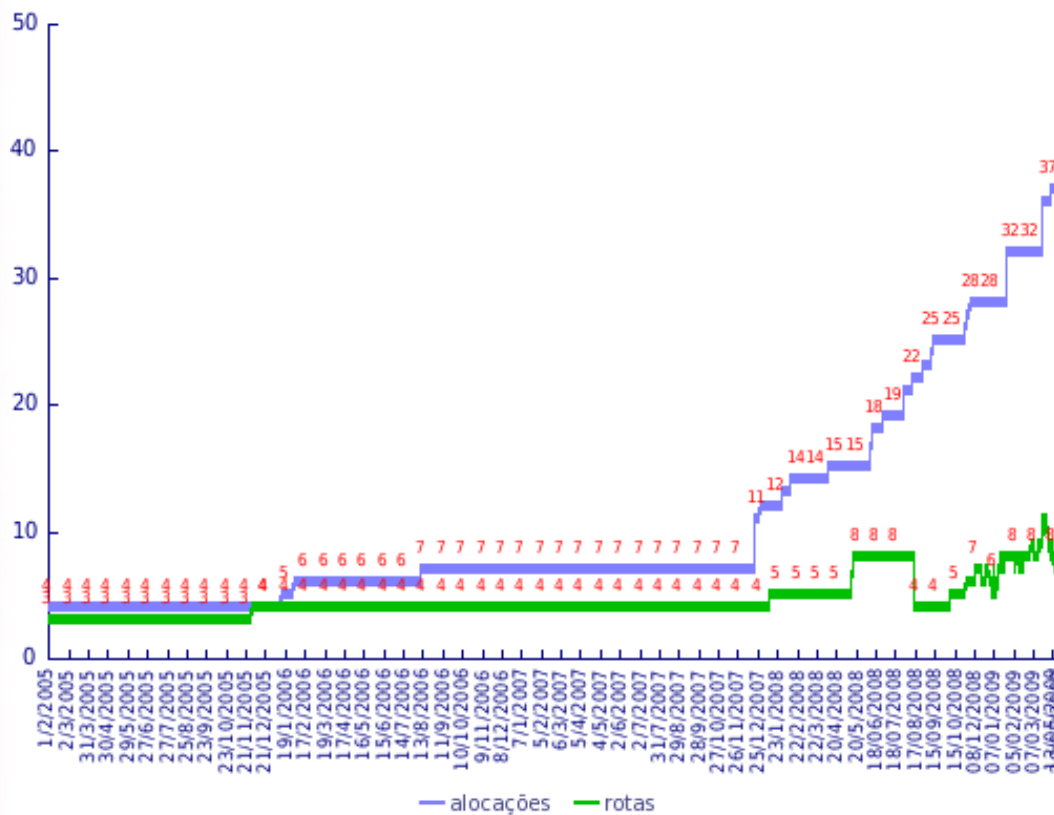
RIPE NCC  
**33.374**

**Alocações feitas pelos RIRs**



**Entradas IPv6 na tabela de rotas global**

# Como está a implantação do IPv6 no Brasil?



Blocos /32 alocados para o Brasil versus blocos /32 roteados

- Os blocos alocados para o LACNIC correspondem a apenas 0,3% dos já alocados mundialmente;
- Destes 0,3%, 19,4% estão alocados para o Brasil;
- Porém, dos blocos alocados para o Brasil, apenas 21,6% estão sendo efetivamente utilizados.



# Quais os riscos da não implantação do IPv6?

- Embora ainda seja pequena, a utilização do IPv6 tem aumentado gradativamente;
- Porém precisa avançar ainda mais;
- A não implementação do IPv6 irá:
  - Impedir o surgimento de novas redes;
  - Diminuir o processo de inclusão digital o reduzindo o número de novos usuários;
  - Dificultar o surgimento de novas aplicações;
  - Aumentar a utilização de técnicas como a NAT.
- O custo de não implementar o IPv6 poderá ser maior que o custo de implementá-lo;
- Provedores Internet precisam inovar e oferecer novos serviços a seus clientes.

# http://www.ipv6.br

The screenshot shows a browser window with three tabs: 'IPv6 - IPv6.br', 'IPv6 - Tradução', and 'IPv6 - Túneis 6to4'. The address bar shows 'http://ipv6.br/'. The browser's toolbar includes navigation buttons and a search engine (Google). The website header features the 'Comitê Gestor da Internet no Brasil' logo and a navigation menu with links to 'NIC.br', 'CETIC.br', 'Antispam.br', 'CEPTRO.br', 'PTT.br', 'NTP.br', and 'IPv6.br'. A sidebar on the left contains a menu for 'IPv6.br' with sub-items: 'Fundamentos', 'Programando', 'Configurando', 'Estudos de caso', 'Nossos Artigos', 'Notícias', 'FAQ', 'Links', 'Contato', and 'Colabore Conosco'. The main content area displays a welcome message: 'Bem-vindo(a) ao IPv6.br!' followed by the instruction: 'Navegue por assunto, no menu à esquerda, ou escolha a opção que melhor lhe representa a seguir:'. Below this are five icons representing different user roles: 'Usuário Final' (User), 'Gestor' (Manager), 'Governo' (Government), 'Engenheiro' (Engineer), and 'Provedor Internet' (ISP). A search bar is located at the bottom left. On the right side, there is a 'nic.br' logo, a 'cgi.br' logo with 'Registro CERT.br', and a section titled 'Últimas Notícias...' with several news items dated from October to November 2008.



# http://curso.ipv6.br

The screenshot shows a web browser window displaying the course page for 'Curso de Introdução ao IPv6'. The page has a dark theme with a white sidebar on the left. The sidebar contains a list of course topics, with 'Introdução' highlighted in green. The main content area features a large heading 'Módulo 1 Introdução' and the ISBN number 'ISBN 978-85-60062-18-8'. At the bottom, there are navigation buttons for 'anterior' and 'próximo', along with a message: 'Clique em "Próximo" para continuar.' The browser's address bar shows 'http://curso.ipv6.br'.

**IPv6.br**  
A Nova Geração do  
Protocolo Internet

**Curso de Introdução ao IPv6** 1 / 8

Introdução

**Módulo 1**  
**Introdução**

ISBN 978-85-60062-18-8

anterior Clique em "Próximo" para continuar. próximo