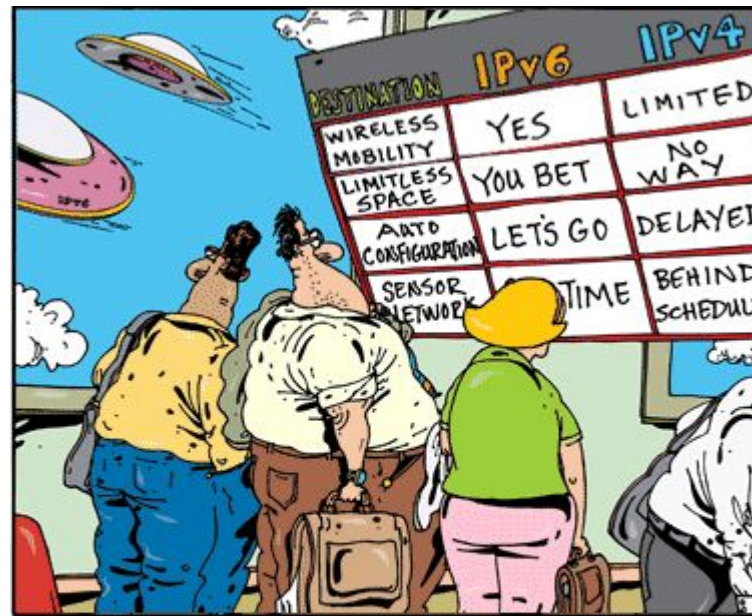


# Esclarecimentos e Implicações do IPv6



*Suddenly, it dawned on Ronald that he needed to be on the right flight plan and IPv6 seemed to be just the ticket.*

Antonio M. Moreiras  
[moreiras@nic.br](mailto:moreiras@nic.br)  
Março/2008

# Agenda

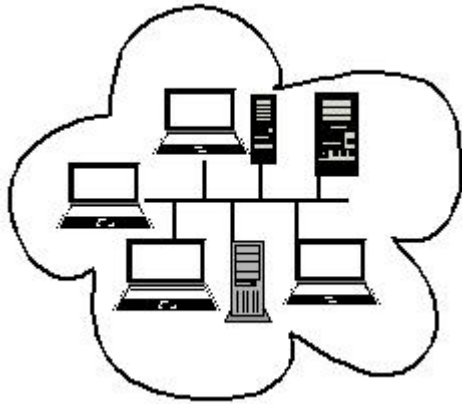
- O que é a Internet? O que é o Protocolo Internet (IP)?
- Por que precisamos de uma nova versão do Protocolo Internet?
- Como anda a implantação do IPv6 no Brasil?
- Quais as diferenças entre IPv4 e IPv6.
- Como fazer a implantação? IPv4 e IPv6 podem conviver?
- Com o quê precisamos nos preocupar agora?
- Espaço para perguntas.



# O que é a Internet? O que é o Protocolo Internet (IP)?

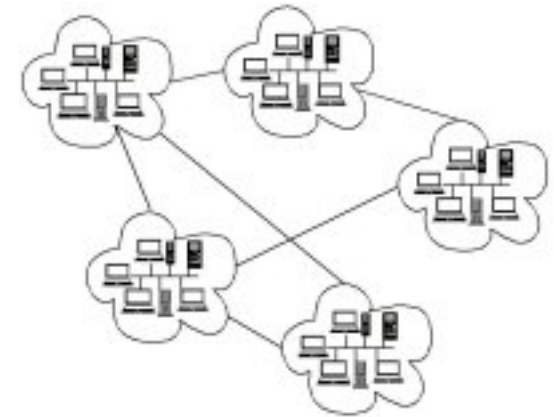


## O que é a Internet? O que é o IP?



- Uma **rede** é formada por um conjunto de computadores interligados e que se comunicam, falando uma “linguagem” comum
  - A essa “linguagem” chamamos **protocolo**.

- Uma **internet** é a interligação de **várias redes** de computadores.
  - Dentro delas, elas podem “falar” protocolos diversos.
  - Entre elas é usado o:  
**IP = Internet Protocol = Protocolo entre Redes.**
  - Cada computador numa internet possui **um número**, que é **único** e o **identifica** dentro dela. É o **endereço IP**.



# O que é a Internet? O que é o IP?

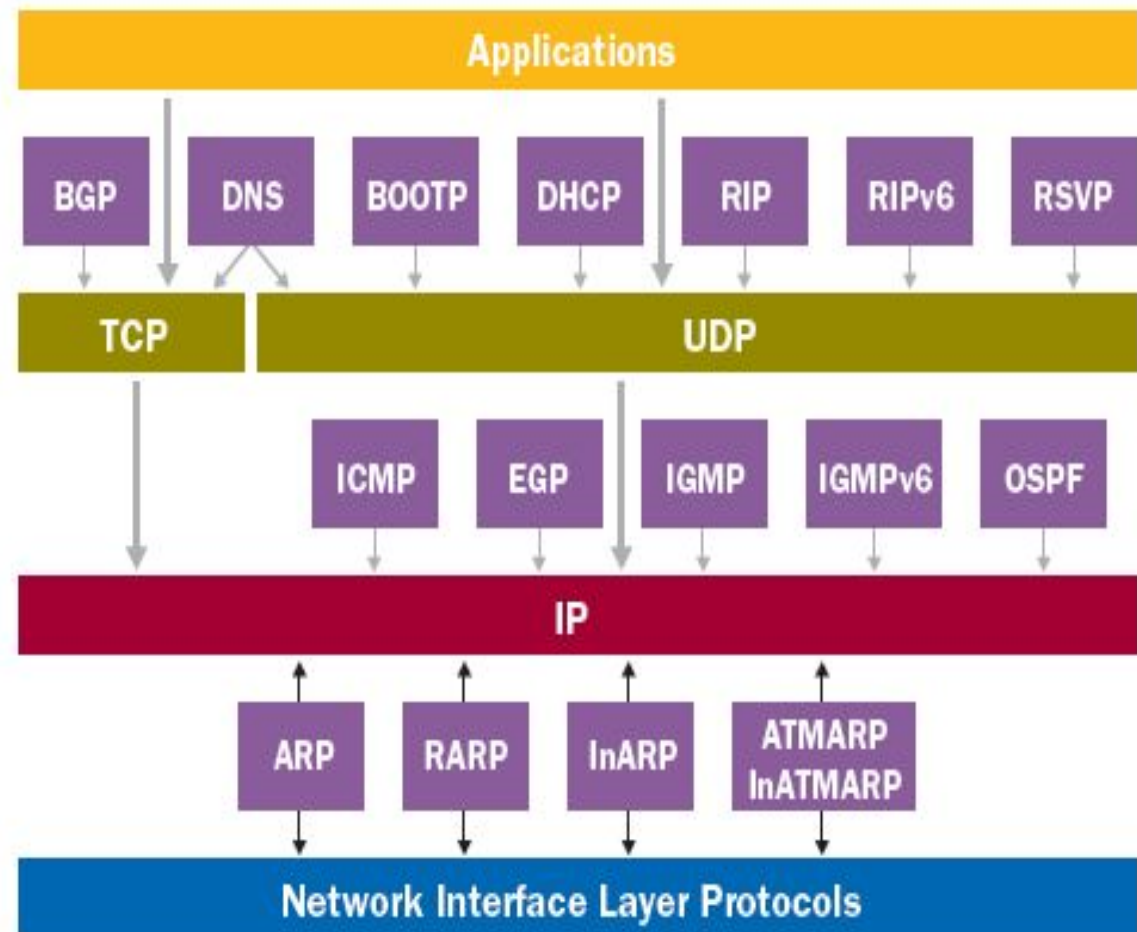
- A **Internet** (com **I** maiúsculo) é a interligação de milhares de redes, espalhadas pelo mundo inteiro.
  - Na **Internet** os **números IP** devem ser controlados centralmente, para que não haja possibilidade de duplicação.



- Hoje o **IP** (Protocolo Internet) também é utilizado como **protocolo interno**, na maioria das redes de computadores!

## O que é a Internet? O que é o IP?

- O **IP**, na verdade, faz parte de um **conjunto maior de protocolos**, conhecido por **TCP/IP suite**, que dá suporte a todas as aplicações que conhecemos hoje na **Internet**.



Por que precisamos de uma  
nova versão  
do Protocolo Internet?





## Alguns fatos históricos...

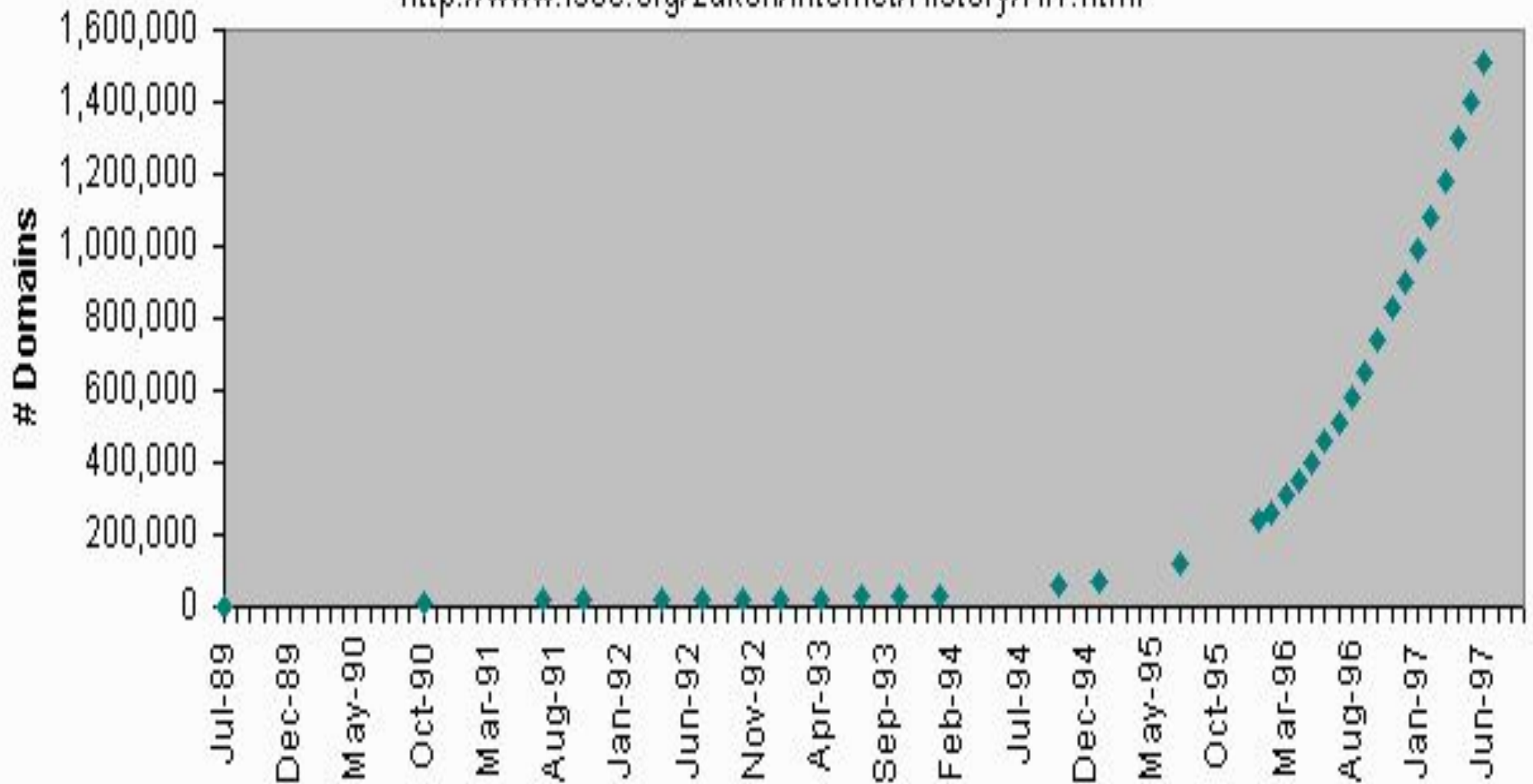
- Em **1983** a Internet era uma rede acadêmica com aproximadamente 100 computadores...
- Em **1993** iniciou-se seu uso comercial.
- O crescimento foi exponencial!
- O crescimento, aliado à política vigente de alocação de endereços, faria com que esses se esgotassem num prazo de 2 ou 3 anos.  
Previa-se um colapso no crescimento da rede!





# Crescimento do Número de Domínios no Mundo

Hobbes' Internet Timeline Copyright ©2000 Robert H Zakon  
<http://www.isoc.org/zakon/Internet/History/HIT.html>



## Tecnologias como:

- **CIDR** (roteamento sem uso de classes – permite um melhor aproveitamento dos endereços disponíveis)
- **RFC 1918** (endereços privados – permite o uso de endereços não válidos na Internet nas redes corporativas)
- **NAT** (tradução de endereços – permite que com um endereço válido na Internet apenas, toda uma rede de computadores usando endereços privados seja conectada, mas com várias restrições)
- **DHCP** (alocação dinâmica de endereços IP – permite que provedores reutilizem endereços Internet para conexões não permanentes)

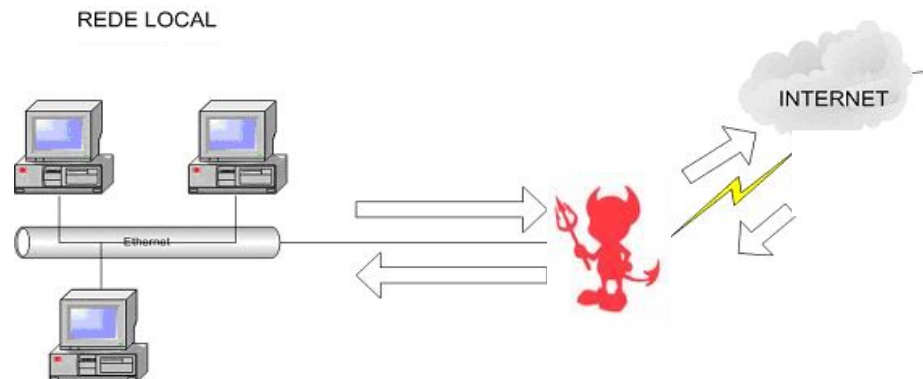
... foram (e ainda são) usadas como soluções paliativas e ajudaram a manter a Internet funcionando até agora, dando-nos tempo para desenvolver o **IPv6**.



## Dando-nos tempo para desenvolver o IPv6...

... mas também colaborando para a demora em sua adoção!

- Alguns questionam porque não utilizar o **NAT** indefinidamente, mas ele foi concebido como uma solução provisória!
- O **NAT** acaba com o modelo de funcionamento fim a fim, trazendo complicações ou impedindo o funcionamento de uma série de aplicações.
- O **NAT** tem alguns problemas técnicos:
  - Não é fácil manter o estado do **NAT** no caso de falha em um dos hosts.
  - O **NAT** não funciona bem com o IPsec.
  - O **NAT** não escala bem.



## Como era a distribuição histórica de IPv4

### Endereços Ipv4 tem 32 bits: X.X.X.X

- Sub-redes Classe A: **(/8)**  
 de 00000000.X.X.X                      0.\*.\*.\*  
 até 01111111.X.X.X                    127.\*.\*.\*  
 (128 segmentos com 16M de endereços cada)
- Sub-redes Classe B: **(/16)**  
 de 10000000.00000000.X.X            128.0.\*.\*  
 até 10111111.11111111.X.X           191.255.\*.\*  
 • (16K segmentos com 64K endereços cada)
- Sub-redes Classe C: **(/24)**  
 de 11000000.00000000.00000000.X    192.0.0.\*  
 até 11011111.11111111.....111111.X 213.255.255.\*  
 • (2M segmentos com 256 endereços cada)
- Os 32 /8 restantes reservados para Multicast (16)  
 e para IANA (16)

# *Estimativa de máquinas por TLD* (www.nw.com)

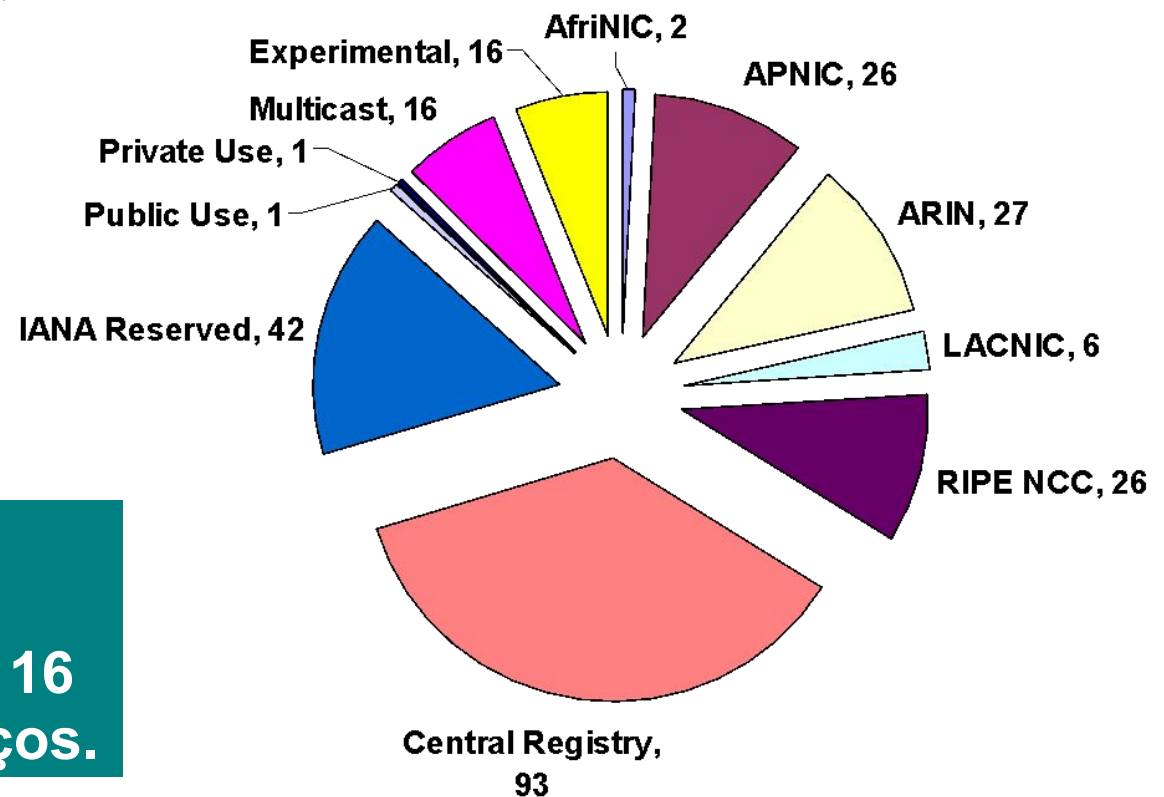
|              | 07/2006            | 07/2007            |                | 06 | 07         |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------|----|------------|
| • .net       | 185.919.955        | 180.598.448        | Networks       |    |            |
| • .com       | 76.683.115         | 85.612.697         | Commercial     |    |            |
| • .jp        | 28.321.846         | 33.333.228         | Japan          | 1  | 1          |
| • .de        | 11.859.131         | 16.494.283         | Germany        | 3  | 2          |
| • .it        | 13.060.369         | 15.011.875         | Italy          |    | 2          |
| • .fr        | 9.166.922          | 13.187.739         | France         | 5  | 4          |
| • .cn        | 232.780            | 10.636.937         | China          | 49 | 5          |
| • .edu       | 10.232.188         | 10.102.141         | Educational    |    |            |
| • .nl        | 8.363.158          | 9.712.567          | Netherlands    | 4  | 6          |
| • .au        | 7.773.888          | 9.457.859          | Australia      | 6. | 7          |
| • .br        | 6.508.431          | 8.264.709          | Brasil         | 7  | 8 (~1,48%) |
| • .mx        | 3.426.680          | 7.628.768          | Mexico         | 12 | 9          |
| • .uk        | 6.064.860          | 7.184.857          | United Kingdom | 8  | 10         |
| • .pl        | 4.367.741          | 5.680.583          | Poland         | 9  | 11         |
| • .tw        | 4.320.310          | 5.111.699          | Taiwan         | 10 | 12         |
| • .ca        | 3.934.223          | 4.196.259          | Canada         | 11 | 13         |
| • .fi        | 2.821.504          | 3.393.008          | Finland        | 15 | 14         |
| <b>Total</b> | <b>439.286.364</b> | <b>489.774.269</b> |                |    |            |

## Como estamos hoje?

- Há apenas **42 blocos** de endereços /8 disponíveis: em **azul** na figura ao lado, marcadas como **IANA Reserved**.

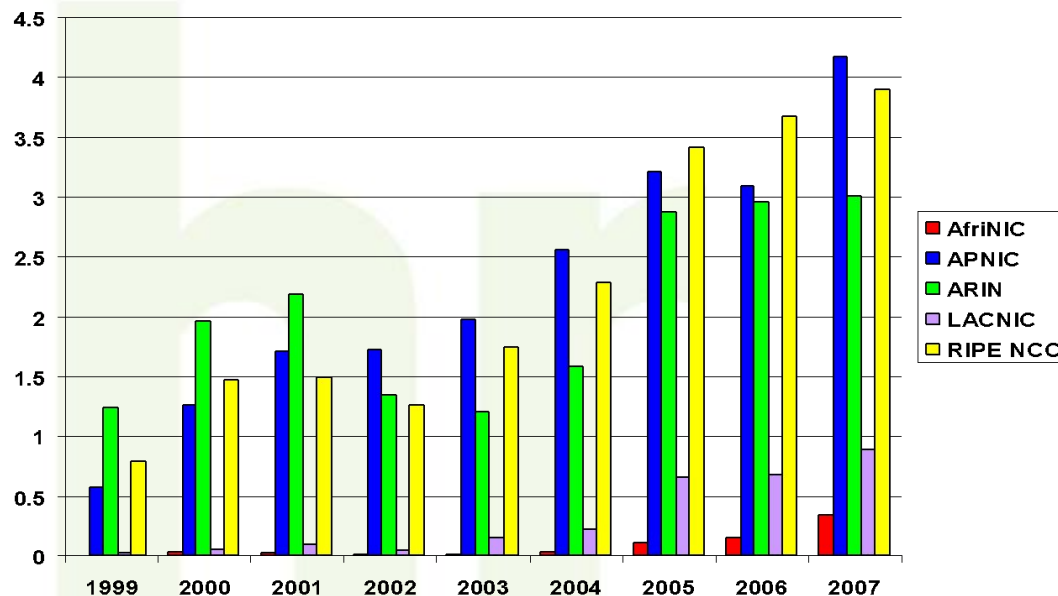
(dados de dez/2007)

Cada bloco /8 corresponde a aproximadamente 16 milhões de endereços.

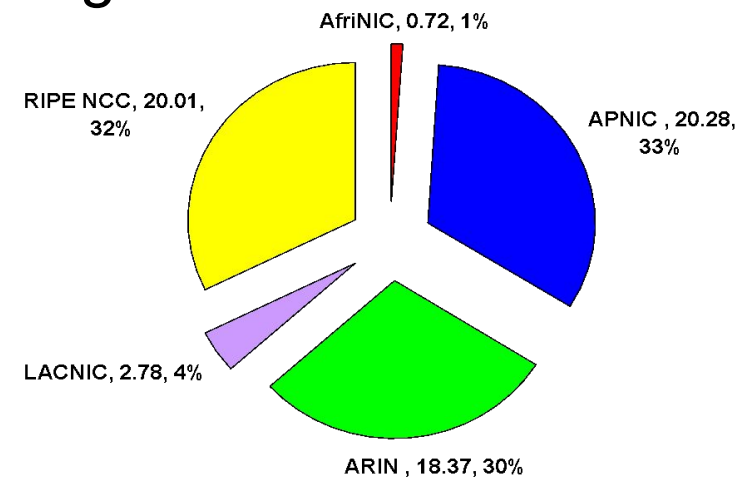


# Alocações IPv4 feitas pelos Registros Regionais, para os Registros Locais ou Redes.

- A velocidade com que os endereços têm sido solicitados (e utilizados) tem aumentando constantemente!



- Na América Latina o número de endereços total é comparativamente pequeno e percebe-se um crescimento percentual grande nos últimos anos.







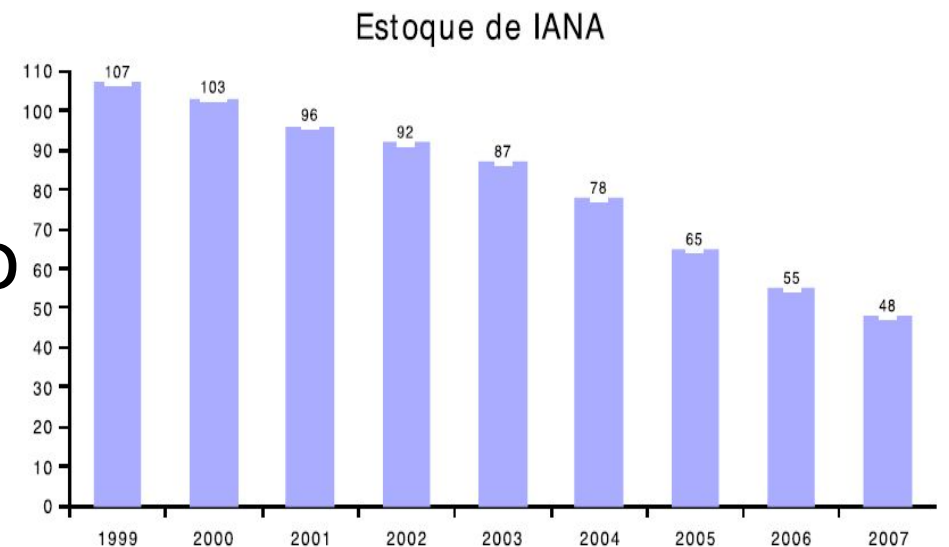
## Estimativas...

- O estoque de blocos livres no IANA – hoje **44 blocos /8**, ou aproximadamente 700 milhões de endereços – **se esgotará**.
- A previsão atual é de que o esgotamento ocorrerá em **2011**.
- Haverá ainda endereços disponíveis nos Registros Regionais (LACNIC, RIPE, ...). Esse estoque deverá se esgotar **entre 2012 e 2014**.



## Estimativas...

- O IPv4 continuará a coexistir com o **IPv6** por muitos anos.
- Nem todos os endereços alocados estão em uso, então poderá haver **formas de acesso alternativas** a endereços, após o esgotamento dos estoques oficiais, provavelmente com alto custo.
  - Pode haver ainda um **incremento no uso do NAT**, prejudicando o crescimento de vários tipos de aplicações.



Fonte: LACNIC

## A razão principal para o IPv6 é, então...

- **A necessidade de mais endereços Internet!**
  - Para suportar seu **crescimento**:
    - Possibilitando a **interligação de mais redes**, de forma que a expansão da economia, com novas empresas, novos negócios seja suportada.
    - A fim de que todos possam ser **incluídos digitalmente**, em especial nos países em desenvolvimento
    - Com o uso de **novas aplicações**, como sua utilização em dispositivos móveis com tecnologia 3G, por exemplo, ou em eletrodomésticos e outros aparelhos com eletrônica embarcada
    - Com a **eliminação de tecnologias como o NAT**, que dificultam o funcionamento de várias aplicações

# Como anda a implantação do IPv6 no Brasil?



## Como estamos hoje no Brasil?

### As redes às quais já foram alocados endereços IPv6 no Brasil:

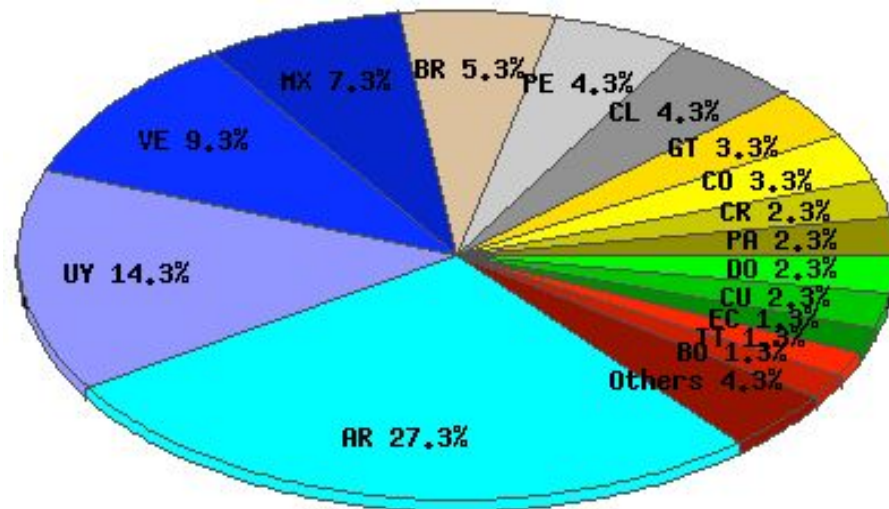
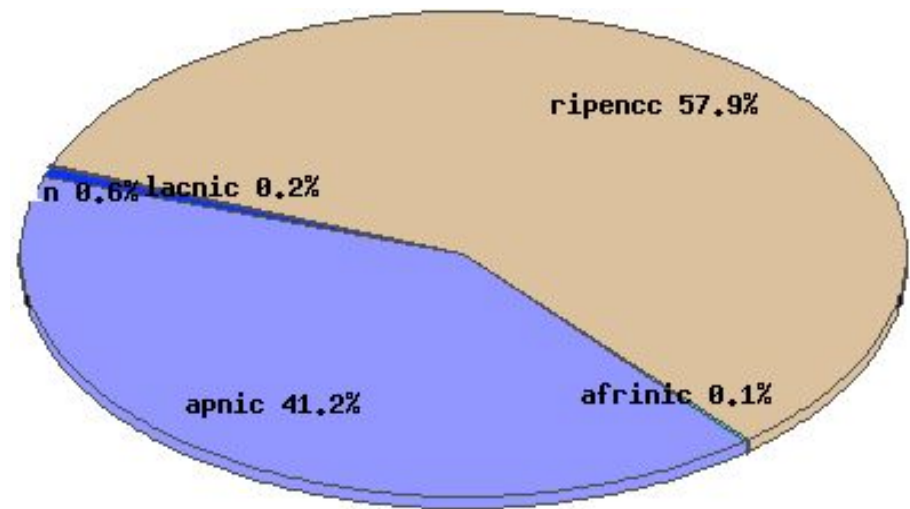
- 2001:12c8::/32 DUALTEC
- 2001:12d0::/32 USP
- 2001:12d8::/32 FAPESP
- 2001:12e0::/32 Telefonica Empresas S/A
- 2001:12e8::/32 Comdominio SA
- 2001:12f0::/32 RNP
- 2001:12f8::/48 REGISTRO BR (CGI BR)
- 2001:12ff::/32 CGI BR

Dados de out/2007

FONTE: <ftp://ftp.lacnic.net/pub/stats/lacnic/delegated-lacnic-latest>

## Como estamos hoje no Brasil?

- Os blocos alocados para o LACNIC correspondem a apenas 0.2% dos já alocados mundialmente.
- Destes 0.2%, apenas 5.3% estão alocados para o Brasil.
- Além disso, dos blocos já alocados pelo LACNIC, apenas 37.5% estão sendo roteados (efetivamente utilizados)
- **Precisamos avançar!**



Fonte: LACNIC out/07

# Quais as diferenças entre IPv4 e IPv6?





## Números...

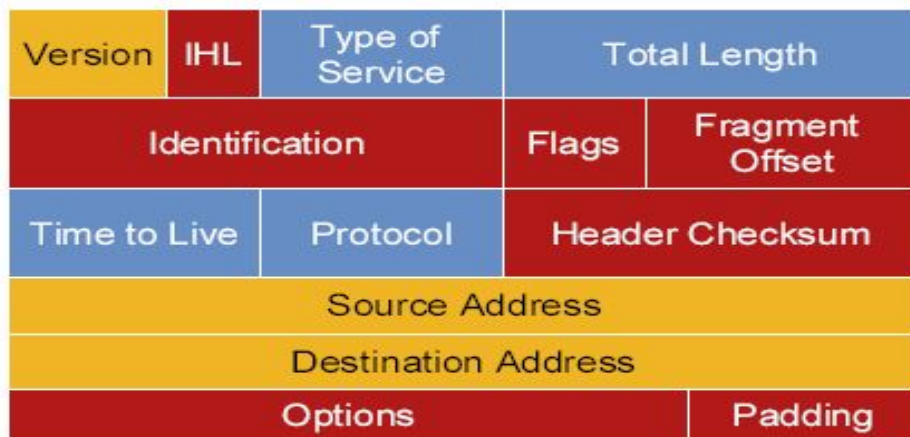
- Se a questão principal é ter **mais endereços**:
- Um endereço **IPv4** é formado por **32 bits**.
  - $2^{32} = 4.294.967.296$  endereços  
aproximadamente 4 trilhões de endereços
- Um endereço **IPv6** é formado por **128 bits**.
  - $2^{128} =$   
**340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456**  
endereços
  - ~ 79 trilhões de trilhões de vezes **mais que no IPv4**.
  - ~  $5.6 \times 10^{28}$  endereços IP **por ser humano**.
  - ~ 66.557.079.334.886.694.389 de endereços  
**por cm<sup>2</sup>** na superfície da Terra.

44 19 30  
112 67  
22 10 5

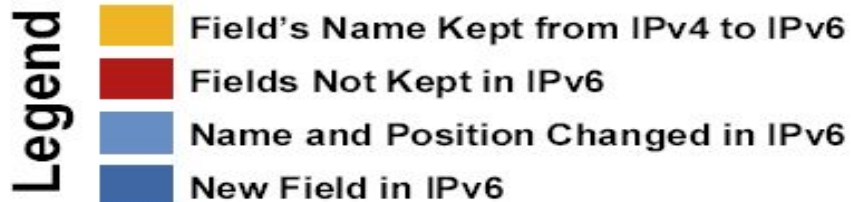
# Formato

- **Mais simples**
  - Campos de dados não necessários foram eliminados
- **Mais flexível**
  - Prevê sua extensão, através do uso cabeçalhos adicionais

**IPv4 Header**



**IPv6 Header**



## Endereços

- **Representação**

- Números **hexadecimais** de 16bits
- Separados por “ : ”
- Podem ser maiúsculos ou minúsculos
- Abreviações são possíveis
  - Zeros à esquerda podem ser omitidos
  - Zeros contínuos são representados por ::
  - Exemplo:

**2001:0db8:0000:130F:0000:0000:087C:140b**

**2001:0db8:0:130F::087C:140b**

- **Prefixos**

- Como o CIDR (IPv4)
- Exemplo:

**2001:db8:12::/48**

## Endereços

- Uma mesma interface de rede tem vários endereços, com funções diversas:
  - **Loopback:** válido para o host
  - **Link Local:** válido para a rede local, assinalado automaticamente com base no MAC Address.
  - **Global:** válido na Internet

- Loopback ::1
- **Link local** FE80:.....
- Site local FEC0:.....
- Global
  - 6bone: 3FFE:....
  - Official: 2001:....

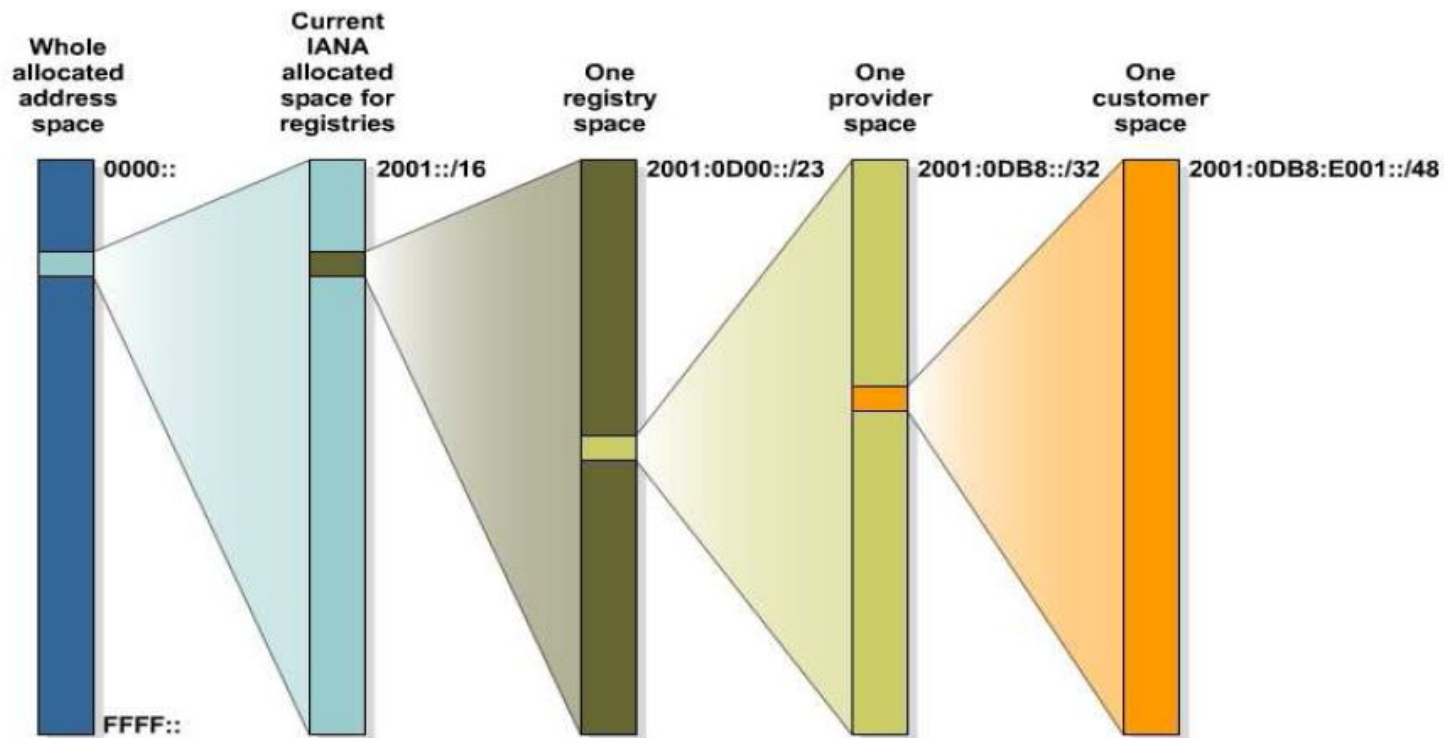
- **IPv4 mapped**
- **6to4:** 2002:.....

- Unicast
- Multicast
- **Anycast**

} specific to IPv4/IPv6  
integration

## Endereços = política de alocação

- Essa foi a política adotada até 2006.
- Hoje cada Registro Local já tem um bloco /16 alocado.
- É importante para ilustrar a quantidade de endereços alocada para um usuário (entenda-se AS): um bloco /48
- 1.208.925.819.614.629.174.706.176 endereços



## Mudanças

- **O IPv6 não é só um “upgrade” do IP. Ele é um protocolo novo. Do ponto de vista dos equipamentos é um protocolo diferente.**
  - **Para implantar o IPv6, provavelmente serão necessárias mudanças:**
    - Em boa parte dos equipamentos de redes
      - Roteadores
      - Switches
      - Firewalls
    - Em alguns dos programas
      - Para alguns, legados, não será possível mudar
    - Em alguns dos sistemas operacionais
    - Nas características das conexões à Internet

Como fazer a implantação?  
IPv4 e IPv6 podem conviver?





## Existem várias abordagens para a transição

- **Pilha dupla (dual stack)**

- Os equipamentos usam simultaneamente IPv4 e IPv6
- Quanto à conectividade à Internet, pode ser:
  - Só IPv4
  - Só IPv6
  - IPv4 e IPv6



- **Túneis (conectando ilhas IPv6 entre si)**

- O IPv6 pode ser encapsulado dentro de conexões IPv4
- Os pacotes IPv6 podem ser transmitidos dentro de pacotes IPv4
- IPv6-over-IPv4 / Tunnel Broker / 6to4 / ISATAP / Teredo

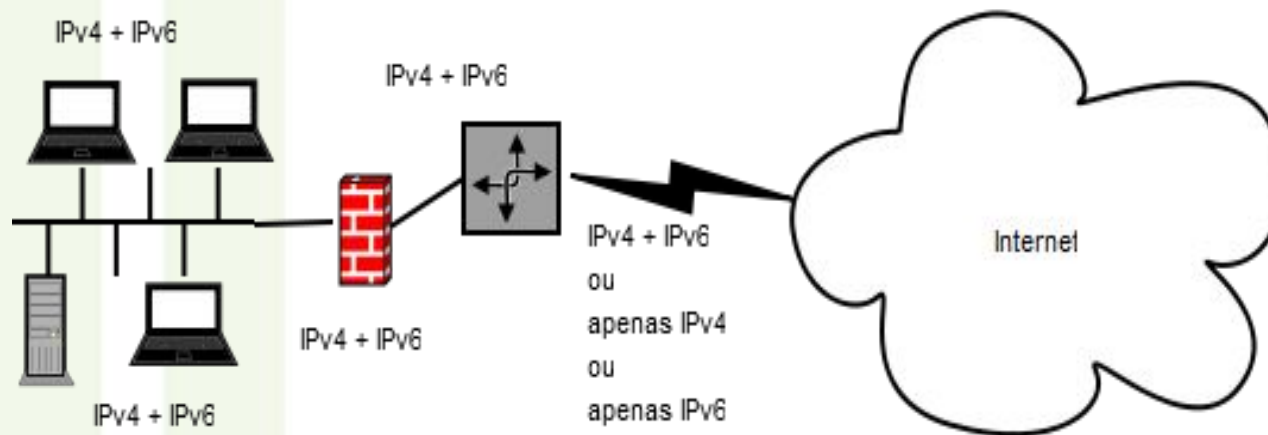
- **Tradução de pacotes (redes IPv4 conversando com redes IPv6)**

- Reescrevendo os cabeçalhos dos pacotes IP
- Reescrevendo os cabeçalhos dos pacotes TCP

- **Tradução de aplicações**

## Pilha Dupla

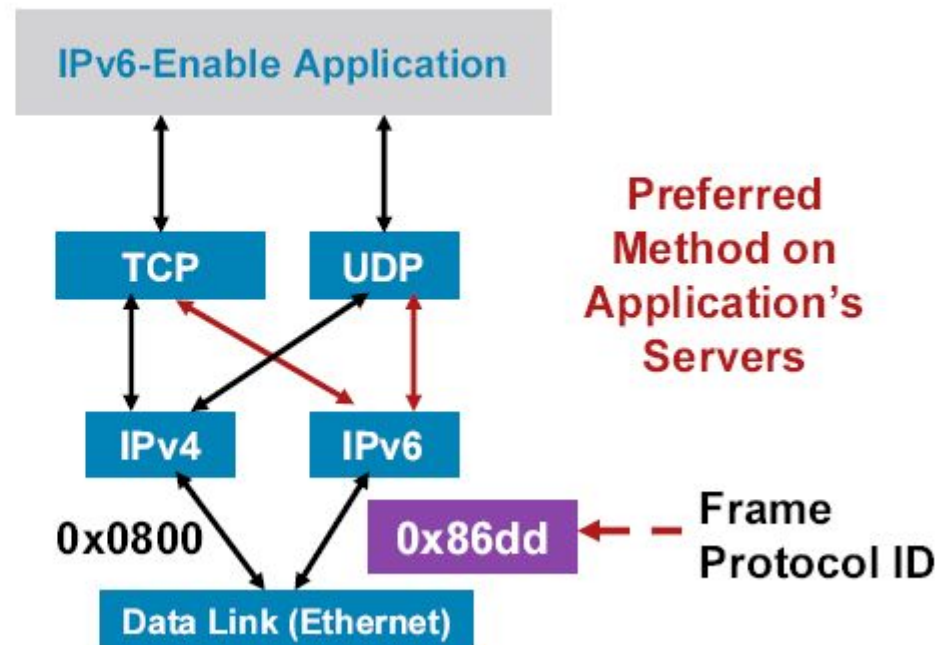
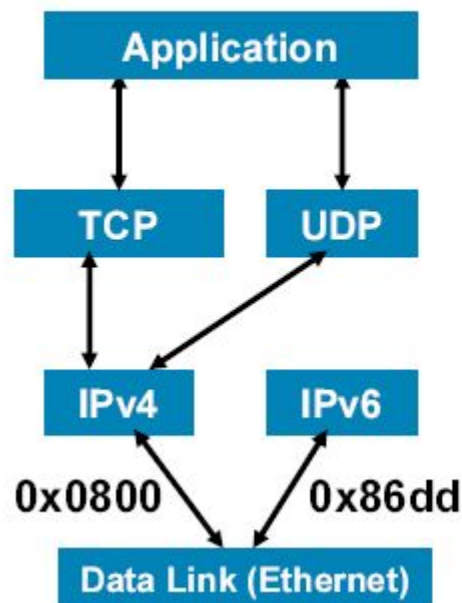
- Os equipamentos funcionam com IPv4 e IPv6 simultaneamente
  - Exige suporte para IPv4 e IPv6 em praticamente todos os equipamentos de rede e computadores
  - Permite que a implantação do IPv6 seja feita sem mudar a topologia da rede IPv4
  - Pode ser implementada com ou sem conectividade IPv6 à Internet.
  - Pode utilizar endereços válidos IPv6, em conjunto com NAT para IPv4



## Pilha Dupla

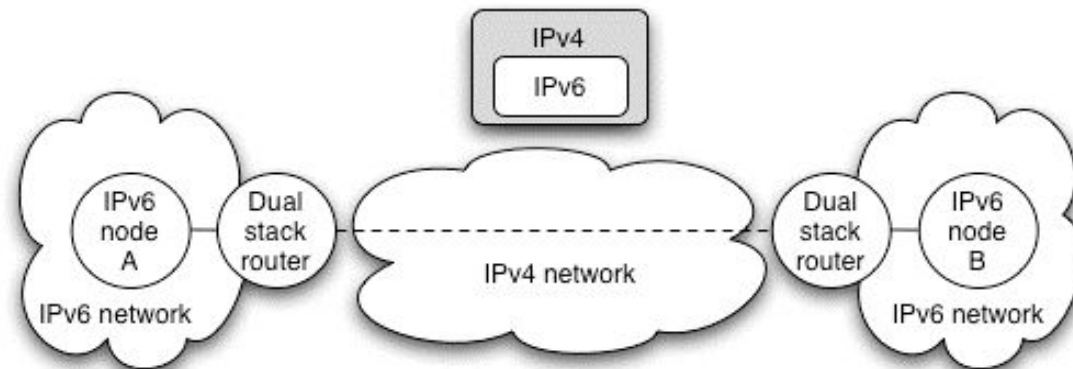
- As aplicações têm os dois protocolos à disposição.
  - Quando acessa um serviço disponível através de ambos, a aplicação deve escolher um deles:

### Dual Stack Approach



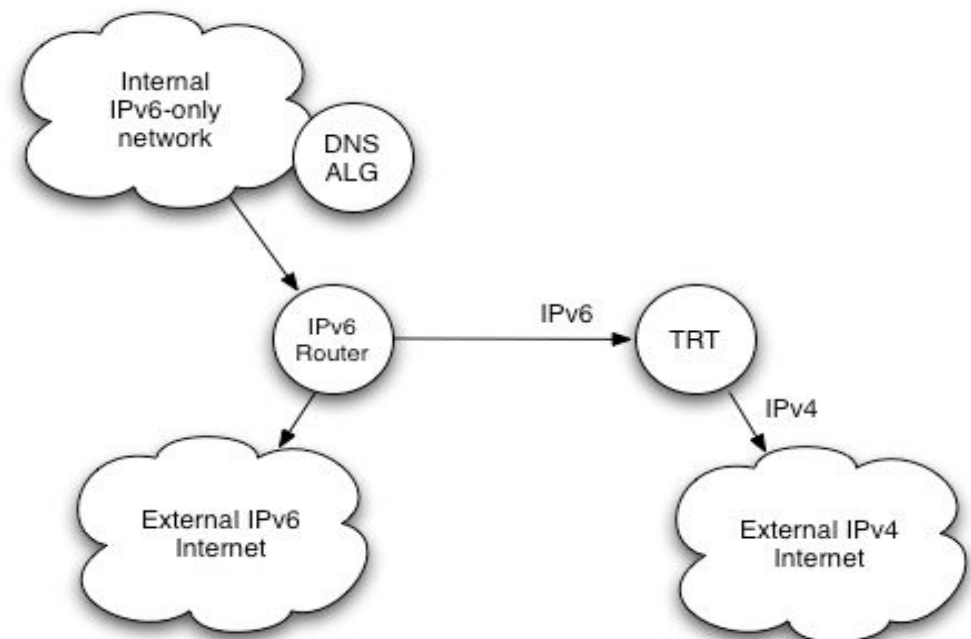
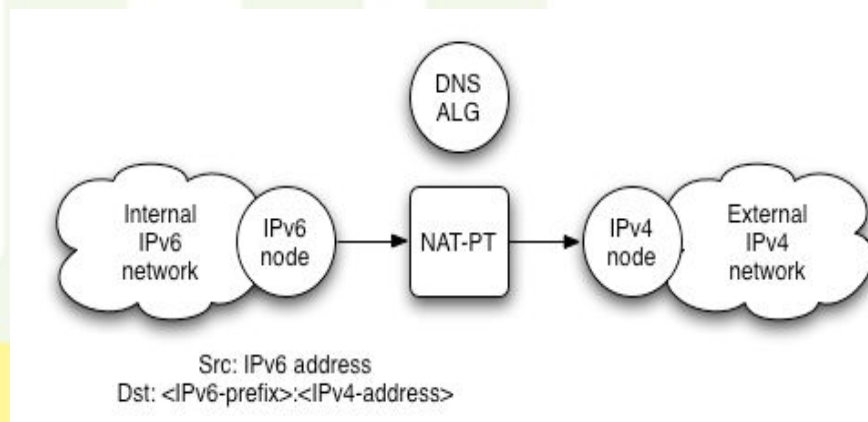
# Túneis

- Permitem que
  - Hoje: Ilhas IPv6 conectem-se através de redes IPv4
  - No futuro: Ilhas IPv4 conectem-se através de redes IPv6
  - Vários tipos:
    - IPv6-over-IPv4
    - Tunnel Broker
    - 6to4
    - ISATAP
    - Teredo



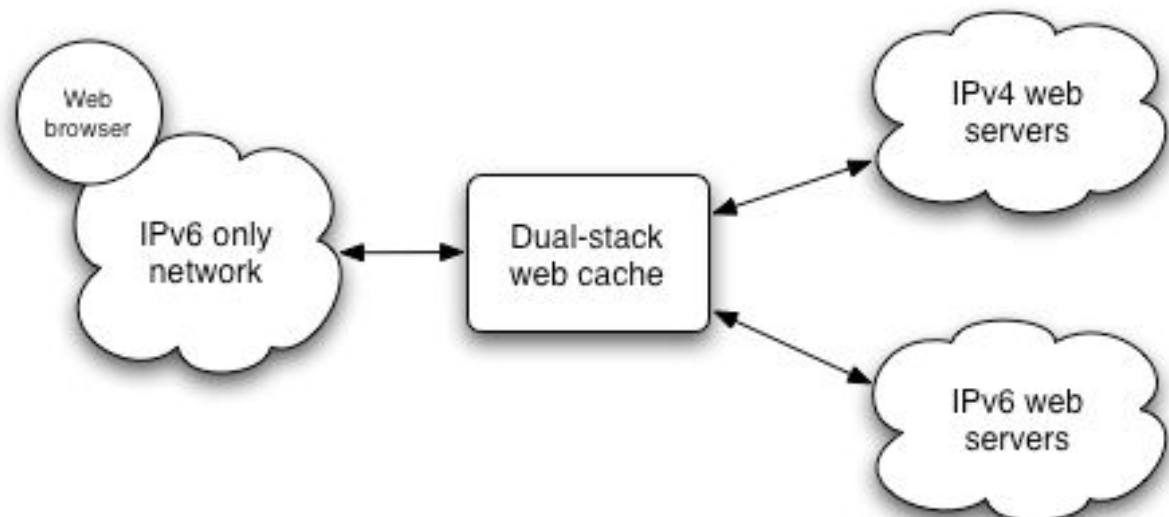
## Tradução de pacotes

- Serve para permitir a comunicação de uma rede que “fala” somente IPv4 com outra, que “fala” somente IPv6.
  - Pode ser usada, por exemplo, se você tem uma rede IPv6 e precisa acessar recursos na Internet v4.
  - Para suportar aplicações ou sistemas operacionais (Win 98) que somente funcionam com IPv4
  - Usa protocolos como NAT-PT e TRT



## Tradução de aplicações (ALG)

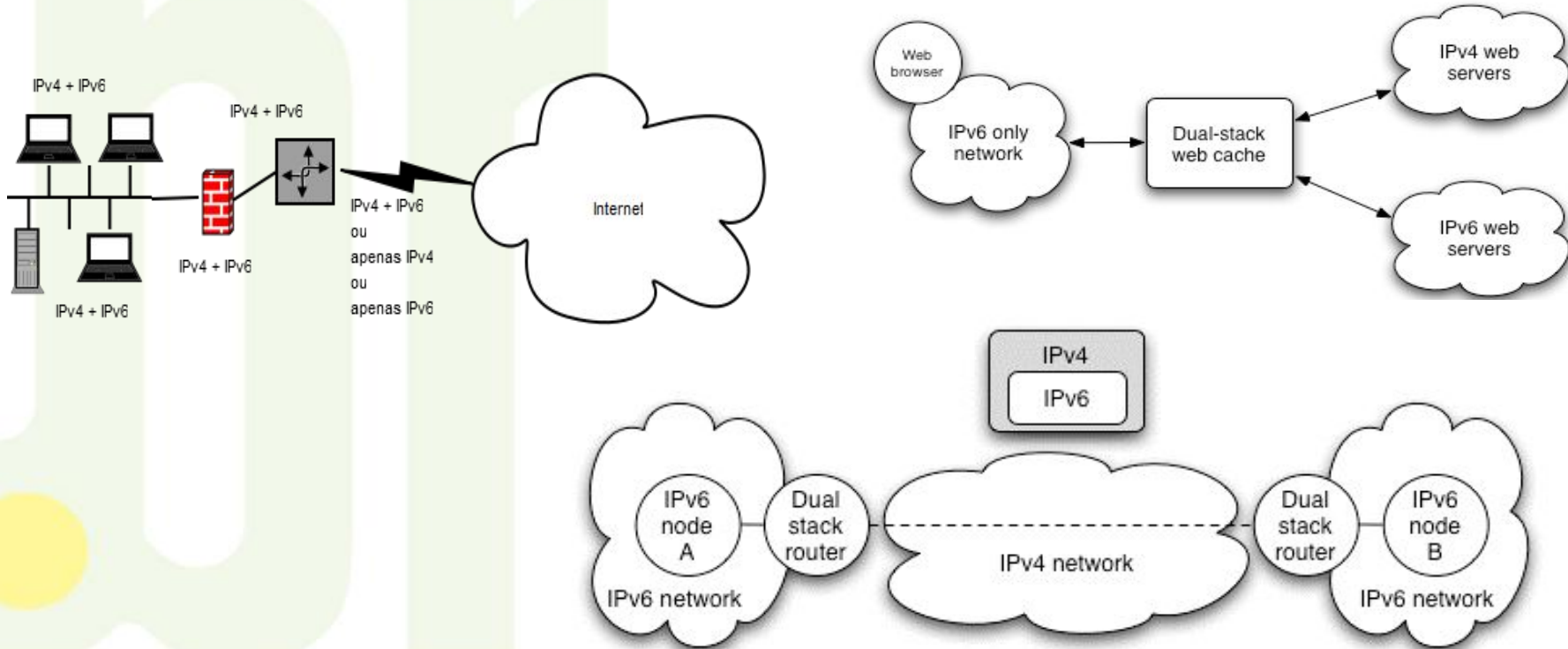
- Como a tradução de pacotes é um tanto complicada, pode-se prover a conectividade para aplicações específicas:
  - Existem gateways que operam no nível das aplicações (ALGs) e oferecem alternativas mais simples.
  - Aplicações que suportam ALG:
    - Cache web
    - Gateway SMTP
    - Resolver DNS
    - Proxy SIP
    - etc



## O que usar na implantação?

- A resposta deve ser dada caso a caso...
- Mas, provavelmente:

– **Um pouco de cada tecnologia!**





# Com o quê precisamos nos preocupar agora?



## Com o quê precisamos nos preocupar agora?

- Buscar **informações e conhecimento** sobre o **IPv6**.
  - Procure recursos na Internet:
    - <http://portalipv6.lacnic.net>
    - <http://www.6diss.org/>
    - <http://www.juniper.net/federal/IPv6/>
    - <http://www.ipv6.org/>
    - <http://www.ipv6forum.org/>
    - <http://www.cisco.com/go/ipv6/>
    - <http://go6.net/>
  - Participe de eventos do NIC.br e do LACNIC
    - <http://gter.nic.br/>
    - <http://www.lacnic.net/pt/eventos/lacnicxi/>
  - Peça ajuda a fornecedores de equipamentos e serviços
  - Encourage seu pessoal técnico a fazer experimentos
  - Busque cursos, livros, etc



## Com o quê precisamos nos preocupar agora?

- **Novas compras** de equipamentos e serviços devem **incluir o IPv6**.
  - Não basta especificar “IPv6”
    - Deve-se prestar atenção em quais protocolos ou RFCs estão efetivamente implementados no equipamento e saber quais são efetivamente necessários na sua rede
    - Testes com fabricantes feitos pela RNP apontaram implementações incompletas dependendo das necessidades



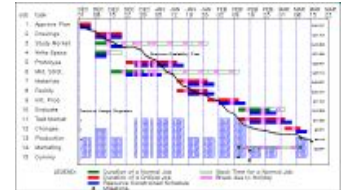
**Comprar certo agora é muito importante!**



- Se você administra um AS, solicite ao NIC.br um bloco IPv6. Se você utiliza os IPs de seu provedor Internet, solicite a ele (a maioria ainda não será capaz de atendê-lo hoje).

## Com o que precisamos nos preocupar agora?

- **Planeje! Não deixe para a última hora!**
  - A implantação do IPv6 **não é algo rápido**.
  - Pode existir um **legado** que nunca será suportado.
  - O esgotamento do endereçamento IPv4 é a razão mais importante, mas pode não ser mais a única razão para a implantação do IPv6:
    - Podem surgir **novas aplicações**, que funcionem somente em ambiente v6.
    - O Windows **Vista**, por exemplo, já cria túneis automaticamente para permitir a utilização de serviços IPv6, caso este não esteja presente nativamente na rede, e dá preferência à utilização do IPv6 em relação ao v4.
  - Tome cuidado com **questões de segurança**. Em vários equipamentos o IPv6 vem habilitado por padrão (o Windows Vista é um exemplo). Seus usuários podem estar utilizando o IPv6 sem que você saiba.



## Com o que precisamos nos preocupar agora?

- **Tenha em mente que:**

- A **razão principal** da introdução do IPv6 é o **esgotamento do v4**. E isso é inevitável.
- Entranto:
  - Os equipamentos e sistemas novos, em sua maioria, já suportam v6. Se você planejar bem suas próximas compras não terá de trocar os equipamentos só para implantá-lo quando for absolutamente necessário. Dessa forma os custos serão muito baixos.
  - O IPv6 deverá dar condições ao crescimento de uma série de aplicações emergentes, como voIP e aplicações baseadas em tecnologias móveis, por exemplo. E deverá criar condições para que surjam outras novas. Haverá benefícios para todos.
  - Devemos levar em conta que o Brasil é um país em desenvolvimento, que ainda faz pouco uso da Internet. Com o esgotamento dos endereços poderemos ser mais prejudicados do que países mais desenvolvidos. Então, é importante que estejamos prontos para usar o IPv6.

**Obrigado!**  
**Perguntas?**

