

Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas - TADS

Redes de Computadores

Prof. Luciano Vargas Gonçalves

E-mail: luciano.goncalves@riogrande.ifrs.edu.br

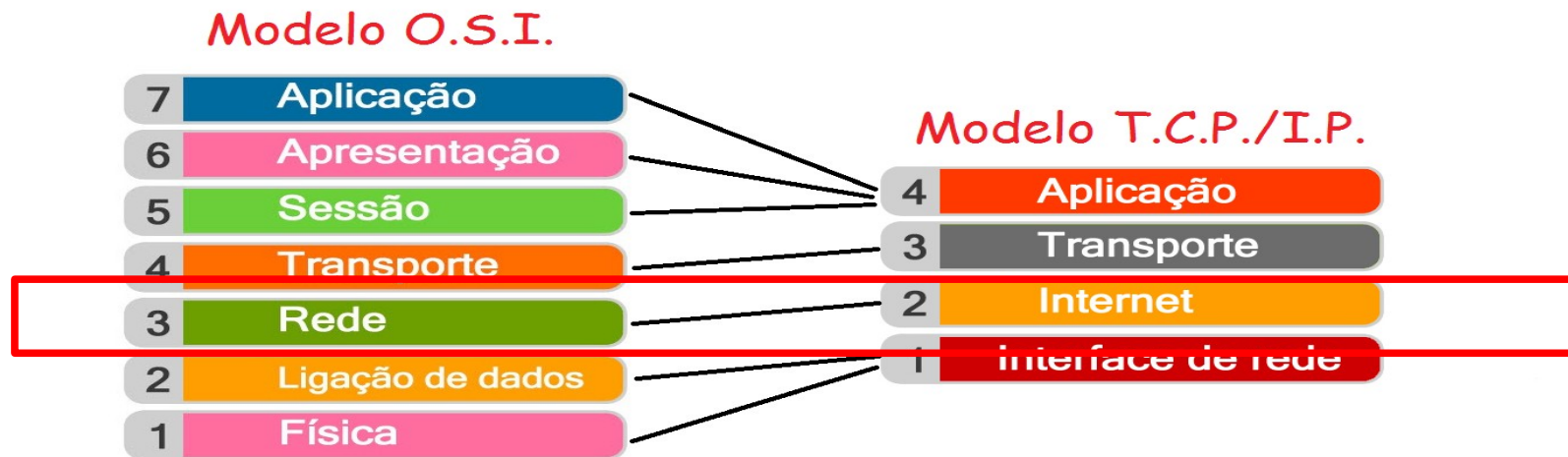




Aula 6 –Camada de Rede / Internet

Modelos - Equivalência

- Modelos RM-OSI (Camada 3 - Rede)
- Modelo TCP/IP (Camada 2 - Internet)



Protocolos camada de Rede

- **IPv4**
 - **DHCP**
 - ARP
 - RARP
 - ICMP
 - IPv6

DHCP

- **DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol):**
 - Protocolo de Configuração Dinâmica de Host.
 - Função:
 - Permite que todos os micros (hosts) da rede recebam suas configurações de rede **automaticamente** a partir de um servidor central, sem que você precise ficar configurando os endereços manualmente em cada um destes.
- Endereçamento Dinâmico (Automático)

DHCP

- O protocolo DHCP trabalha da seguinte forma:
 - Inicialmente, a estação não sabe quem é, não possui um endereço IP e não sabe se quer, qual é o endereço do servidor DHCP da rede.
 - Ela manda, então, um pacote de Broadcast endereçado ao IP "255.255.255.255", que é transmitido pelo Switch para todos os micros da rede.

Out Layers

Layer 7: DHCP Packet Server: 0.0.0.0, Client: 0.0.0.0
Layer6
Layer5
Layer 4: UDP Src Port: 68, Dst Port: 67
Layer 3: IP Header Src. IP: 0.0.0.0, Dest. IP: 255.255.255.255
Layer 2: Ethernet II Header 00D0.5846.E782 >> FFFF.FFFF.FFFF
Layer 1: Port(s):

DHCP

- O protocolo DHCP trabalha da seguinte forma:
 - O servidor DHCP recebe este pacote e responde com um pacote endereçado ao endereço IP "0.0.0.0", que também é transmitido para todas as estações.
 - Apesar disso, apenas a estação que **enviou** a solicitação lerá o pacote, pois ele é endereçado ao endereço MAC da sua placa de rede (origem).
 - As outras estações descartam o pacote;

Out Layers

Layer 7: DHCP Packet Server: 10.0.0.2, Client: 0.0.0.0
Layer 6
Layer 5
Layer 4: UDP Src Port: 68, Dst Port: 67
Layer 3: IP Header Src. IP: 0.0.0.0, Dest. IP: 255.255.255.255
Layer 2: Ethernet II Header 00D0.5846.E782 >> FFFF.FFFF.FFFF
Layer 1: Port(s): FastEthernet0

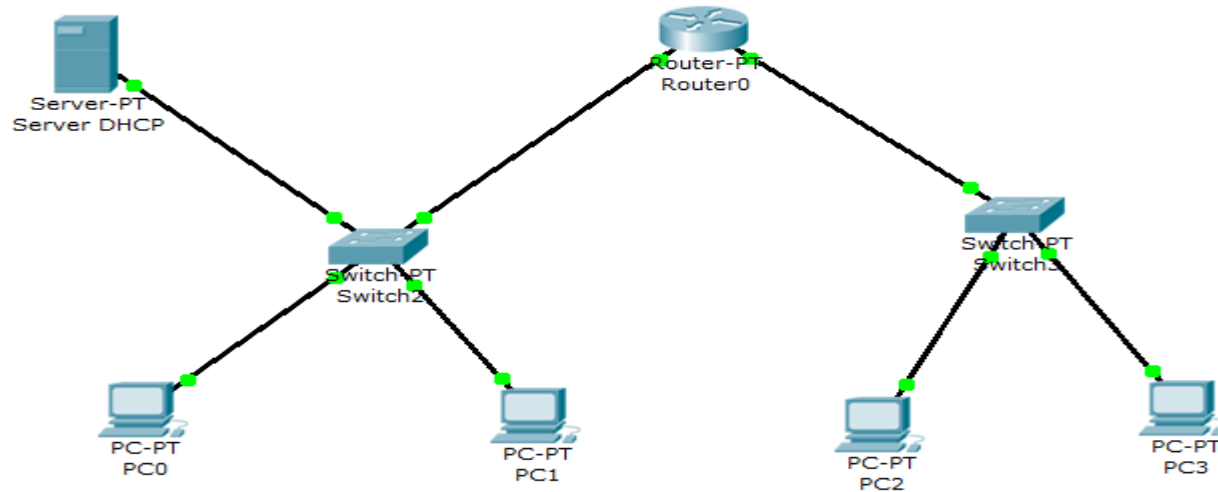
FastEthernet0

Port Status	<input checked="" type="checkbox"/> On
Bandwidth	<input checked="" type="radio"/> 100 Mbps <input type="radio"/> 10 Mbps <input checked="" type="checkbox"/> Auto
Duplex	<input type="radio"/> Half Duplex <input checked="" type="radio"/> Full Duplex <input checked="" type="checkbox"/> Auto
MAC Address	00D0.5846.E782
IP Configuration	

End: MAC solicitou IP

DHCP

- Servidor DHCP só atua dentro da rede ou Sub_rede.
- Router precisa ser configurado e suportar retransmissões para alcançar outras redes



Protocolo - IPv4

- **Outros protocolos da camada de rede**
 - ARP (Busca o endereço MAC, a partir do IP)
 - RARP (Busca o endereço IP, a partir do MAC)

```
C:\>arp -a
Internet Address      Physical Address      Type
10.0.0.2              0090.2143.b1a5        dynamic
10.0.0.100            0004.9a9a.24c4        dynamic
10.0.0.101            00d0.bc54.09da        dynamic
C:\>|
```

Lista de Endereços ARP de um Host

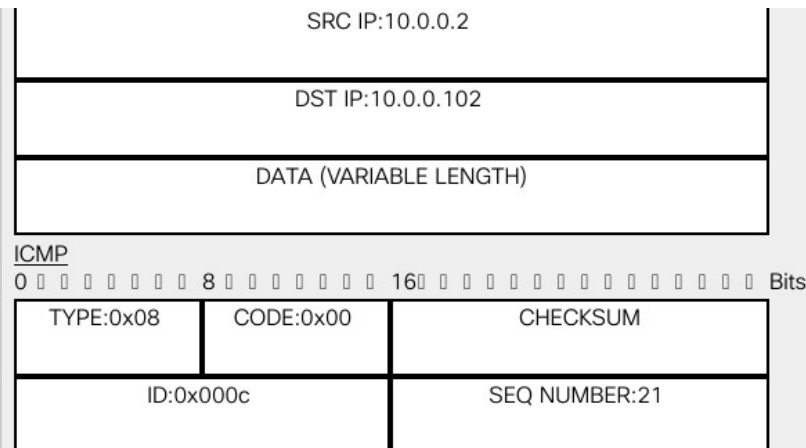
Protocolo - IPv4

- **Outros protocolos da camada de rede**
 - ICMP (Protocolo de mensagens - Erros)

```
NO ARP Entries Found  
C:\>ping 10.0.0.102
```

```
Pinging 10.0.0.102 with 32 bytes of data:
```

```
|
```



Ping é um pacote ICMP

Protocolo - IPv6

IPv6 – Internet Protocol – Versão 6

Protocolo - IPv6

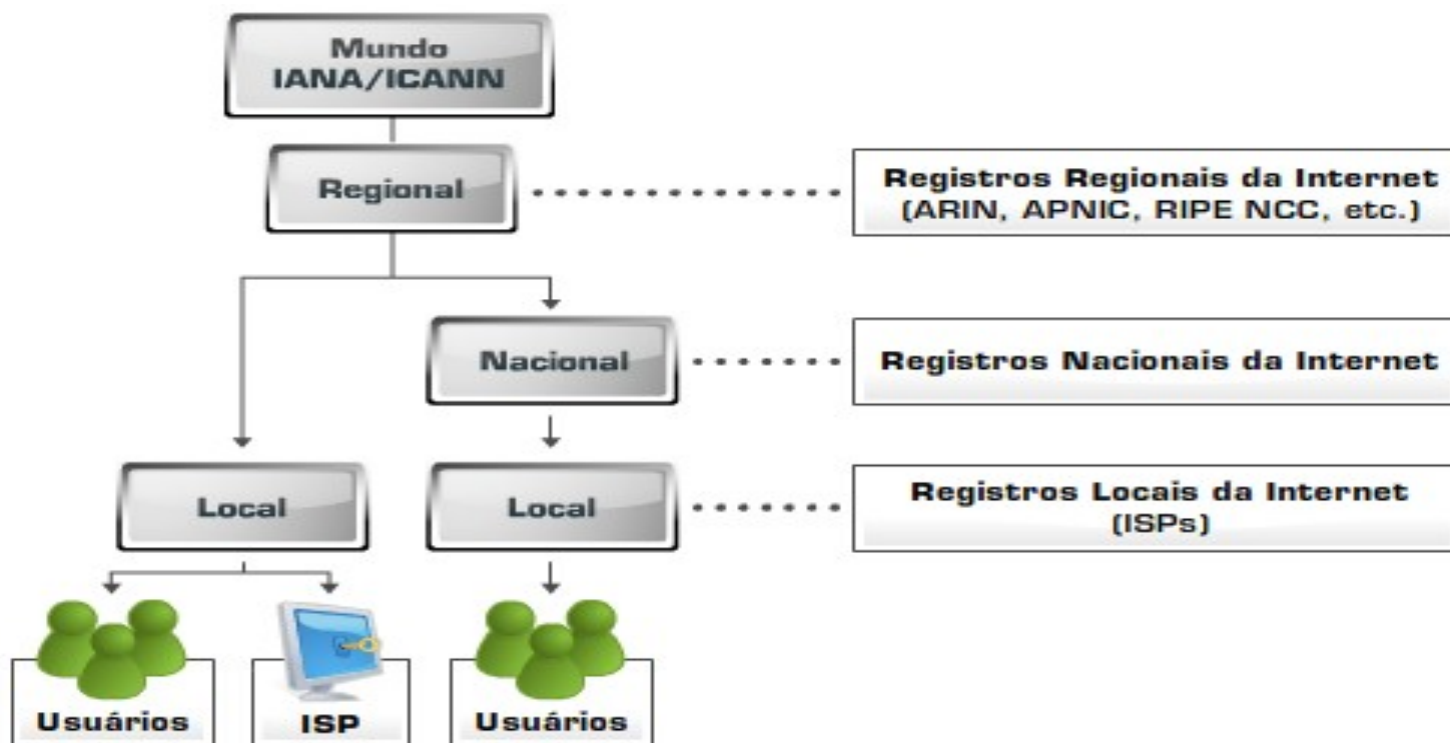
- **IANA - <https://www.iana.org/>**
 - Internet Assigned Numbers Authority
 - (Autoridade para Atribuição de endereços de Internet)
 - É a organização mundial que funciona como a máxima autoridade na atribuição dos "números" na Internet.
 - Fornece endereços para as Entidades Regionais (RIR)
 - Regionais de Internet (RIR) gerenciam e distribuem os IPs dentro de suas respectivas regiões geográficas;

RIR - Registros Regionais de Internet



Protocolo - IPv6

- **Distribuição de Endereços IP**

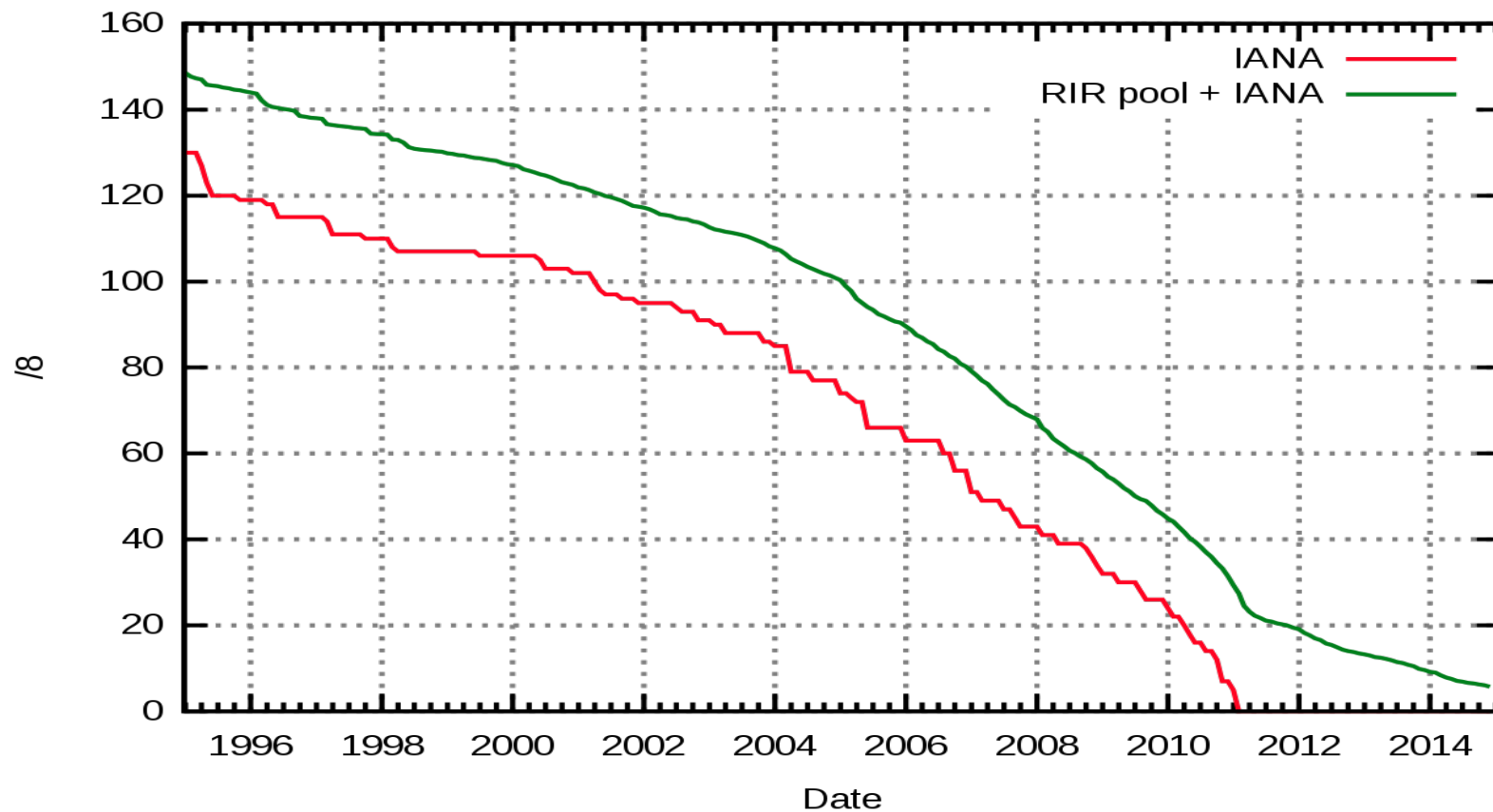


IPv4 - Esgotamento

- Estimou-se que no final de 2012, a IANA(Internet Assigned Numbers Authority), disponibilizaria o último lote de endereços IPv4;
- IPv4, esgotaram-se no início de 2011, quando a IANA distribuiu o último lote com os registros para países da América Latina (LACNIC). Segundo dados da Cisco.
- A estimativa do Comitê Gestor de Internet no Brasil era que os últimos endereços de IPv4 – a versão de protocolo atual – no país seriam distribuídos aos provedores em 2012.

Protocolo – IPv4 - Projeções

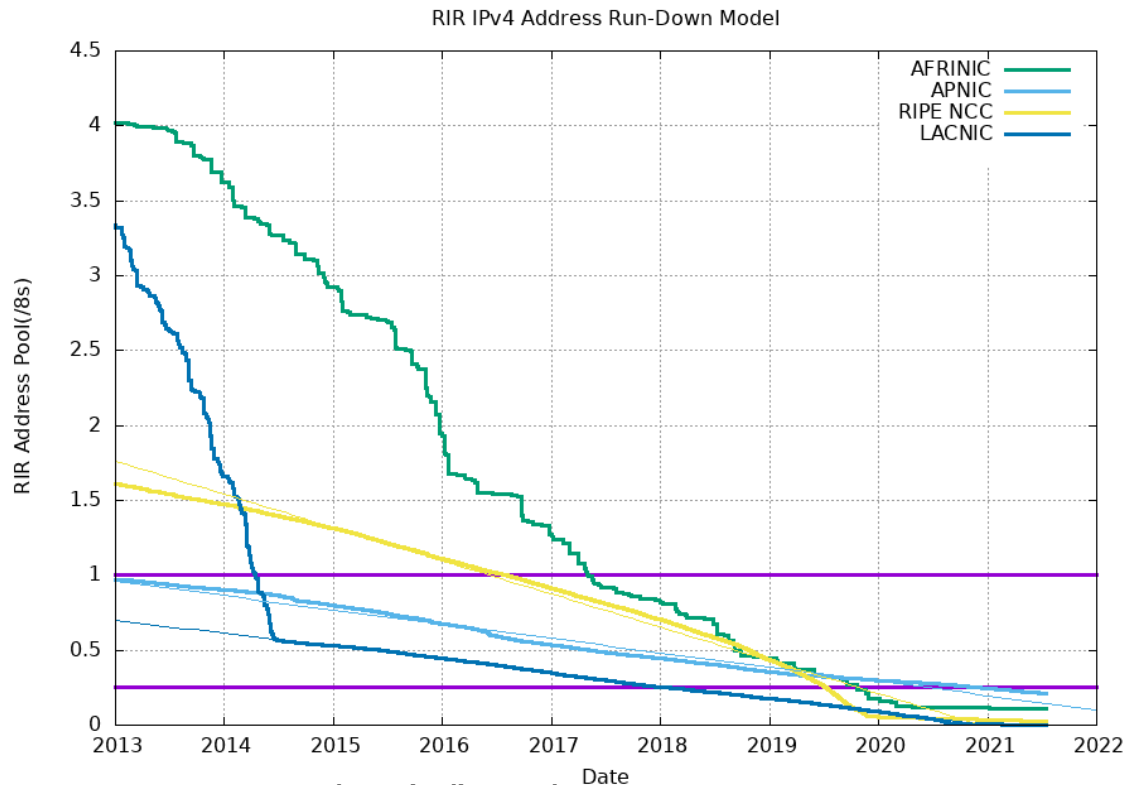
Free /8



Protocolo – IPv4 - Projeções

O estoque de endereços IPv4 para a região da América Latina e o Caribe esgotou-se na data de hoje (19/8/2020).

Link: <http://www.ipv6.nic.br/post/fim-do-ipv4/>

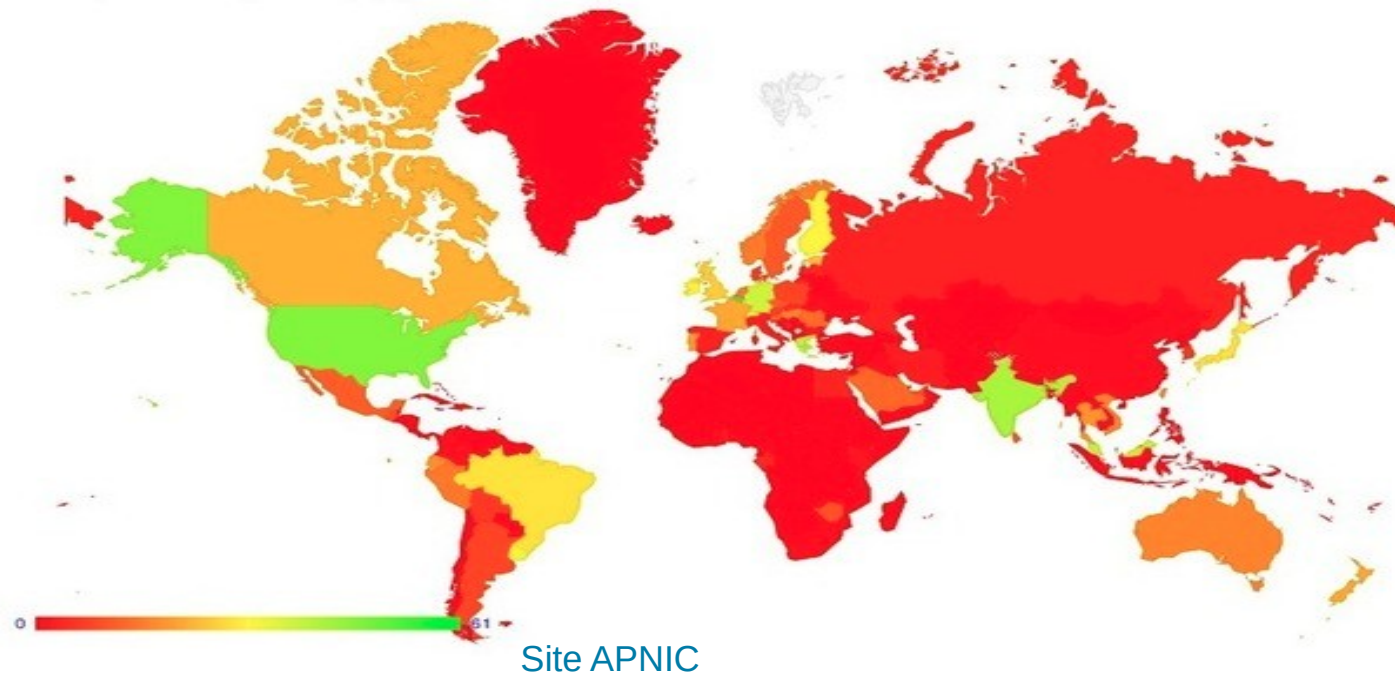


<https://www.potaroo.net/tools/ipv4/>

IPv6

- Capacidade de utilização IPv6

IPv6 Capable Rate by country (%)



Protocolo - IPv4

- **Grupo ROAD** (ROuting and Addressing)
 - Criado em 1992 pela IETF (gestor internet) .
 - Objetivo de Prolongar a vida útil do IPv4
 - Definiu:
 - 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.

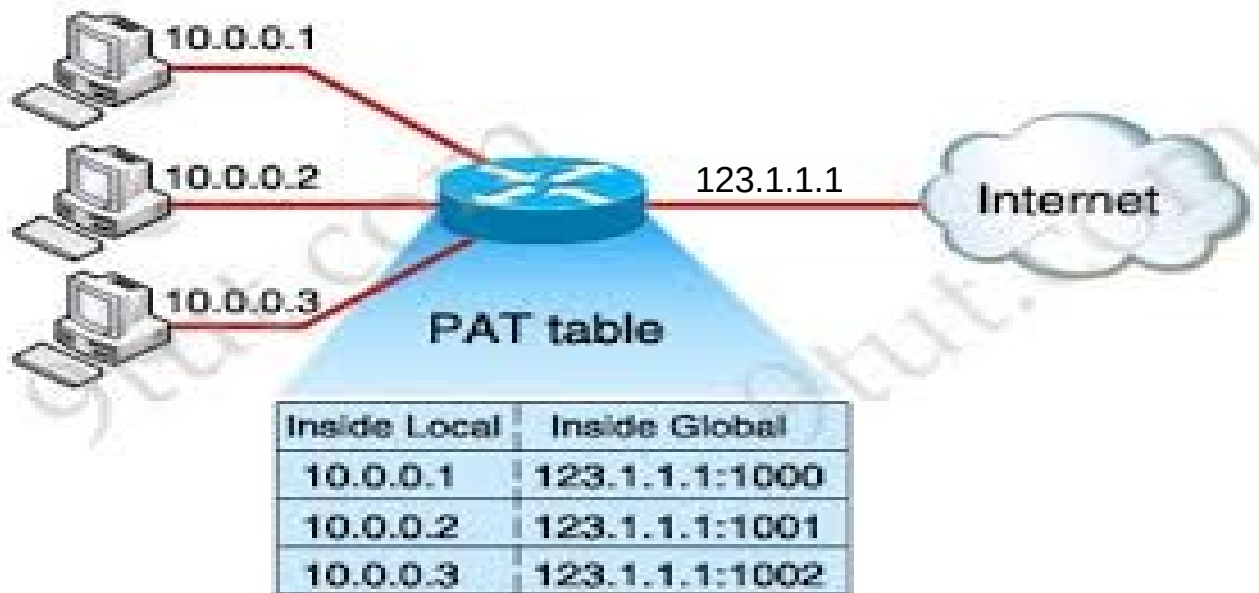
Protocolo - IPv6

- **NAT (Network Address Translation)**

- Permite conectar toda uma rede de computadores usando apenas um endereço válido na Internet, porém com várias restrições.
- Tradução de endereço é realizada, convertendo endereços IP privados em endereços IP públicos globalmente únicos.
- IP_Privados (Não usados na Internet)
 - 10.0.0.0 a 10.255.255.255 /8 (16.777.216 hosts)
 - 172.16.0.0 a 172.31.255.255 /16 (1.048.576 hosts)
 - 192.168.0.0 a 192.168.255.255 /24 (65.536 hosts)

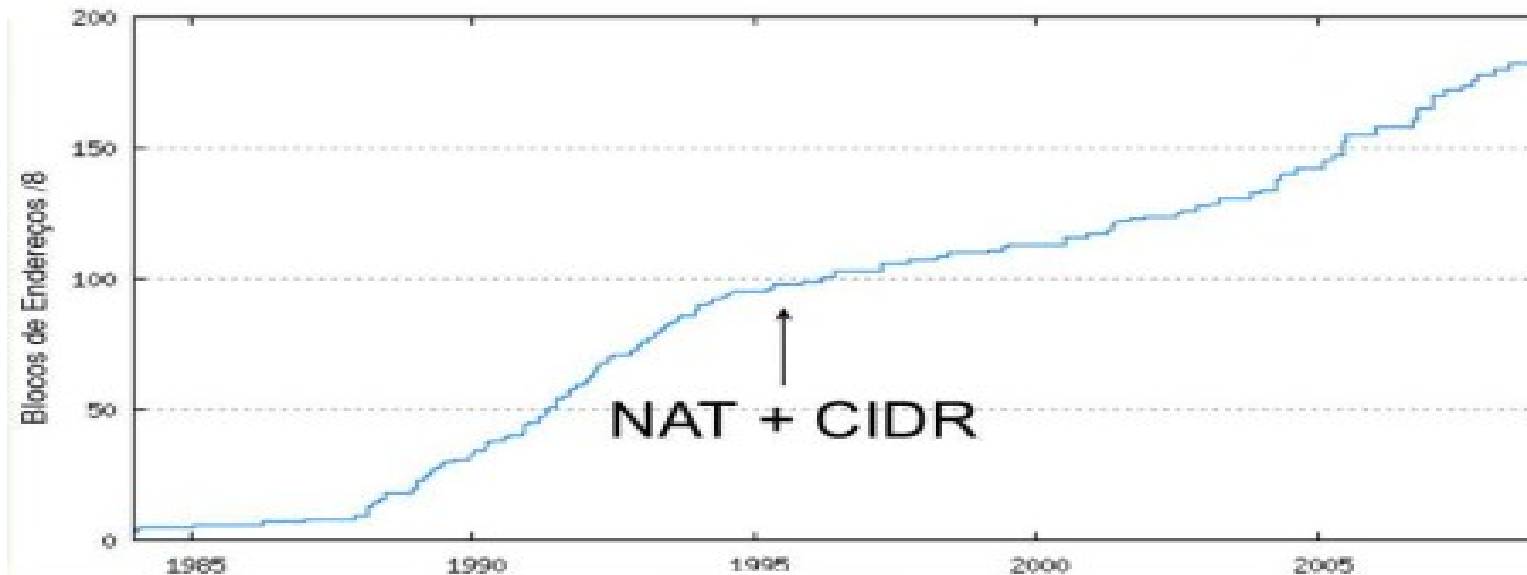
Protocolo - IPv6

- NAT (Tradução de endereço é realizada, convertendo endereços IP privados em endereços IP públicos globalmente únicos.



Extinção do protocolo IPv4

Soluções paliativas: Queda de apenas 14%



IPV4 - LACNIC

Protocolo - IPv6

Grupo IPng (IP Next Generation)

- IETF cria em 1992 o grupo IPng
 - Principais questões:
 - Escalabilidade;
 - Segurança;
 - Configuração e administração de rede;
 - Suporte a QoS;
 - Mobilidade;
 - Políticas de roteamento;
 - Transição.
- **O grupo IPng mais tarde deu origem ao IPv6**

Protocolo - IPv6

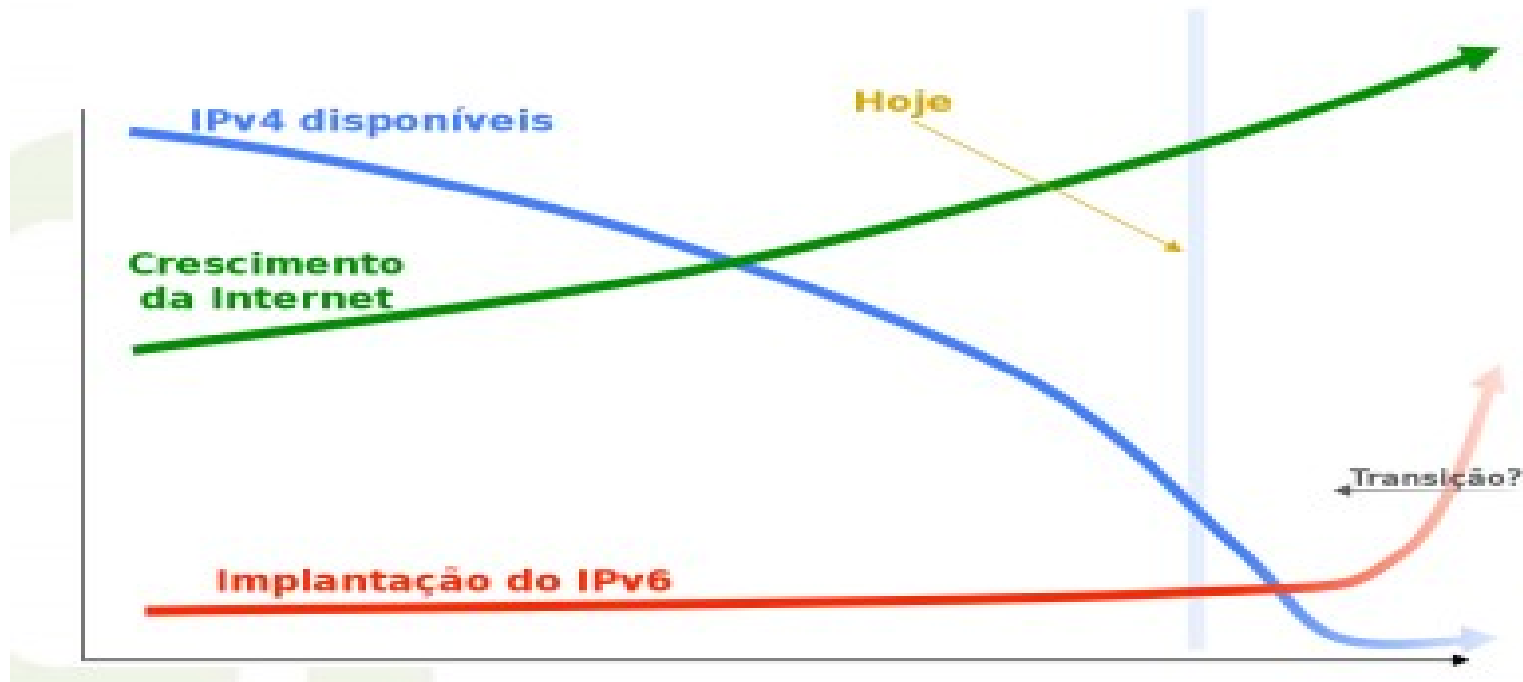
- **1998** - Definido pela RFC 2460
 - **128 bits para endereçamento.**
 - **Cabeçalho base simplificado.**
 - Cabeçalhos de extensão.
 - Identificação de fluxo de dados (QoS).
 - **Mecanismos de IPSec incorporados ao protocolo.**
 - **Realiza a fragmentação e remontagem dos pacotes apenas na origem e no destino.**
 - Não requer o uso de NAT, permitindo conexões fim-a-fim.
 - Mecanismos que facilitam a configuração de redes.

Protocolo - IPv6

- Maior capacidade para endereçamento:
 - IPv6 o espaço para endereçamento aumentou de **32 bits para 128 bits**, permitindo: níveis mais específicos de agregação de endereços;
 - Identificar uma quantidade muito maior de dispositivos na rede; e implementar mecanismos de autoconfiguração.
 - A escalabilidade do roteamento multicast também foi melhorada através da adição do campo "escopo" no endereço multicast. E um novo tipo de endereço, o anycast, foi definido;

Protocolo - IPv6

- Implantação está sendo tardia – Dados de 2010



Protocolo - IPv6

- Dificuldades de Implantação
 - O receio de grandes mudanças na forma de gerenciá-las,
 - Na existência de gastos devido a necessidade de troca de equipamentos como roteadores e Switch;
 - Gastos com o aprendizado e treinamento para a área técnica.

Protocolo - IPv6

- **Cabeçalho IPv4**

O cabeçalho IPv4 é composto por 12 campos fixos, podendo conter ou não opções, fazendo com que seu tamanho possa variar entre 20 e 60 Bytes. ;

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)				

Protocolo - IPv6




- **Cabeçalho IPv6**

Com apenas oito campos e com tamanho fixo de 40 Bytes, além de mais flexível e eficiente, prevendo sua extensão por meio de cabeçalhos adicionais ;

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)				


Protocolo - IPv6

- Endereçamento de IPv4 e IPv6

 Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR  

Endereçamento

- Um endereço IPv4 é formado por 32 bits.
 $2^{32} = 4.294.967.296$
- Um endereço IPv6 é formado por 128 bits.
 $2^{128} = \mathbf{340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456}$
 - ~ 56 octilhões ($5,6 \times 10^{28}$) de endereços IP por ser humano.
 - ~ 79 octilhões ($7,9 \times 10^{28}$) de vezes a quantidade de endereços IPv4.

52


Protocolo - IPv6

IPv4:

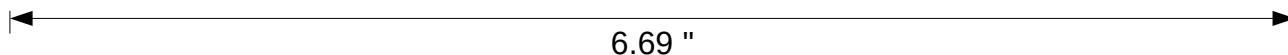
Os 32 bits dos endereços IPv4 são divididos em quatro grupos de 8 bits cada, separados por “.”, escritos com dígitos decimais. Por exemplo: 192.168.0.10.

IPv6:

A representação dos endereços IPv6, divide o endereço em **oito grupos de 16 bits**, separando-os por “:”, escritos com dígitos hexadecimais (0-F).

Por exemplo:

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




Dividido em 8 partes com 16bits (2 Bytes)

Protocolo - IPv6

Devido a sua extensão há regras de abreviação:
É permitido omitir os zeros a esquerda de cada bloco de 16 bits, exemplo:

2001:0DB8:0000:0000:130F:0000:0000:140B

2001:DB8:0:0:130F:0:0:140B

The diagram illustrates the rule of omitting leading zeros in IPv6 addresses. It shows two lines of text. The top line is the full address: 2001:0DB8:0000:0000:130F:0000:0000:140B. The bottom line is the abbreviated address: 2001:DB8:0:0:130F:0:0:140B. Three red arrows originate from the leading zeros in the top line and point to the corresponding parts in the bottom line: one from the '0' in '0DB8' to 'DB8', one from the first '0' in '0000' to the first '0' in the second '0:0', and one from the first '0' in '0000' to the first '0' in the third '0:0'.

Protocolo - IPv6

Devido a sua extensão há regras de abreviação:

É possível substituir uma sequência longa de zeros por “::”.

Por exemplo,

2001:0DB8:0:0:130F:0000:0000:140B

2001:DB8::130F:0:0:140B ou 2001:DB8:0:0:130F::140B

Abreviação do grupo de zeros só pode ser realizada uma única vez.

2001:DB8::130F::140B

Não é permitido

Endereço IPv6

Endereçamento

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

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

2 Bytes

Na representação de um endereço IPv6 é permitido:

- Utilizar caracteres maiúsculos ou minúsculos;
- Omitir os zeros à esquerda; e
- Representar os zeros contínuos por “::”.

Exemplo:

2001:0DB8:0000:0000:130F:0000:0000:140B

2001:db8:0:0:130f::140b

Formato inválido: **2001:db8::130f::140b** (gera ambiguidade)

Protocolo - IPv6

- Notação CIDR - IPv4

Em endereços IPv6 ela continua sendo escrita do mesmo modo que no IPv4, utilizando a notação CIDR.

IP:170.100.0.0 MR: 255.255.0.0 Classe B

Notação CIDR : 170.100.0.0/16

Contagem de bits, idem a função da máscara de sub_rede

Protocolo - IPv6

Notação CIDR IPv6:

Esta notação é representada da forma “endereço-IPv6/tamanho do prefixo”, onde “tamanho do prefixo” é um valor decimal que especifica a quantidade de bits contíguos à esquerda do endereço que compreendem **o prefixo de REDE.**

IP = 2001:db8:3003:0000:0000:0000:0012/64

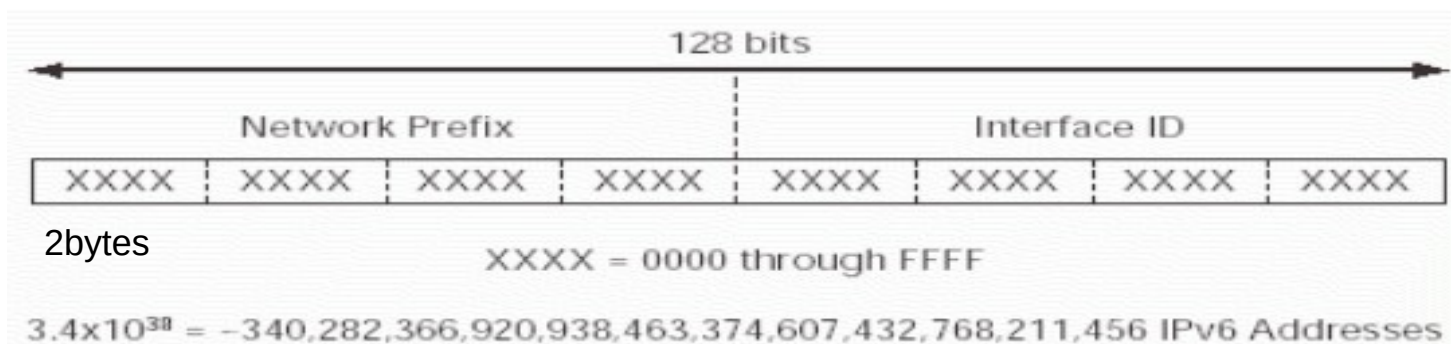
64 bits para endereço de REDE (Padrão)

End. REDE = 2001:db8:3003:0

Host = 12

Protocolo - IPv6

IPv6:



Importante



O IPv6, diferentemente do IPv4, reserva metade dos bits para endereçamento local. Assim, são possíveis 18.446.744.073.709.551.616 (2^{64}) redes IPv6 na Internet. Cada uma com a mesma quantidade de dispositivos.

Protocolo - IPv6

IPv6 Endereços especiais

Endereço *Loopback*: representado pelo endereço *unicast* 0:0:0:0:0:0:0:1 ou ::1 (equivalente ao endereço IPv4 *loopback* 127.0.0.1).

Unicast

- Endereços *especiais*
 - Localhost - ::1/128 (0:0:0:0:0:0:0:1)
 - Não especificado - ::/128 (0:0:0:0:0:0:0:0)
 - IPv4-mapeado - ::FFFF:wxxyz

Protocolo - IPv6

- Uma mesma interface, que utiliza o protocolo IPv6, pode utilizar mais de um endereço, diferentemente do IPv4.

Para o endereçamento das interfaces existem então 3 tipos de endereços:

Unicast; (1 para 1 ou Ponto a Ponto)

Anycast; (1 para N - Usado em Hosts – define Grupos)

Multicast. (1 para N)

Outra característica marcante do IPv6 é que **não existem mais os endereços *broadcast***: ele é tratado como um caso particular de Multicast.

Protocolo - IPv6

IPv6 três tipos de endereços definidos:

Multicast – também identifica um conjunto de interfaces, entretanto, um pacote enviado a um endereço multicast é entregue a todas as interfaces associadas a esse endereço. Um endereço *multicast* é utilizado em comunicações de um-para-muitos.

- Opera com grupos de Hosts

- Endereço inicia com o primeira parte igual “FF”

Protocolo - IPv6

Endereço	Escopo	Descrição
FF01::1 FF01::2	Interface Interface	Todas as interfaces (<i>all-nodes</i>) Todos os roteadores (<i>all-routers</i>)
FF02::1 FF02::2 FF02::5 FF02::6 FF02::9 FF02::D FF02::1:2 FF02::1:FFXX:XXXX	Enlace Enlace Enlace Enlace Enlace Enlace Enlace Enlace	Todos os nós (<i>all-nodes</i>) Todos os roteadores (<i>all-routers</i>) Roteadores OSPF Roteadores OSPF designados Roteadores RIP Roteadores PIM Agentes DHCP <i>Solicited-node</i>
FF05::2 FF05::1:3 FF05::1:4	Site Site Site	Todos os roteadores (<i>all-routers</i>) Servidores DHCP em um site Agentes DHCP em um site
FF0X::101	Variado	NTP (<i>Network Time Protocol</i>)

Endereços de Multicast

Command Prompt

```
C:\>ping FF02::01
```

Pinging FF02::01 with 32 bytes of data:

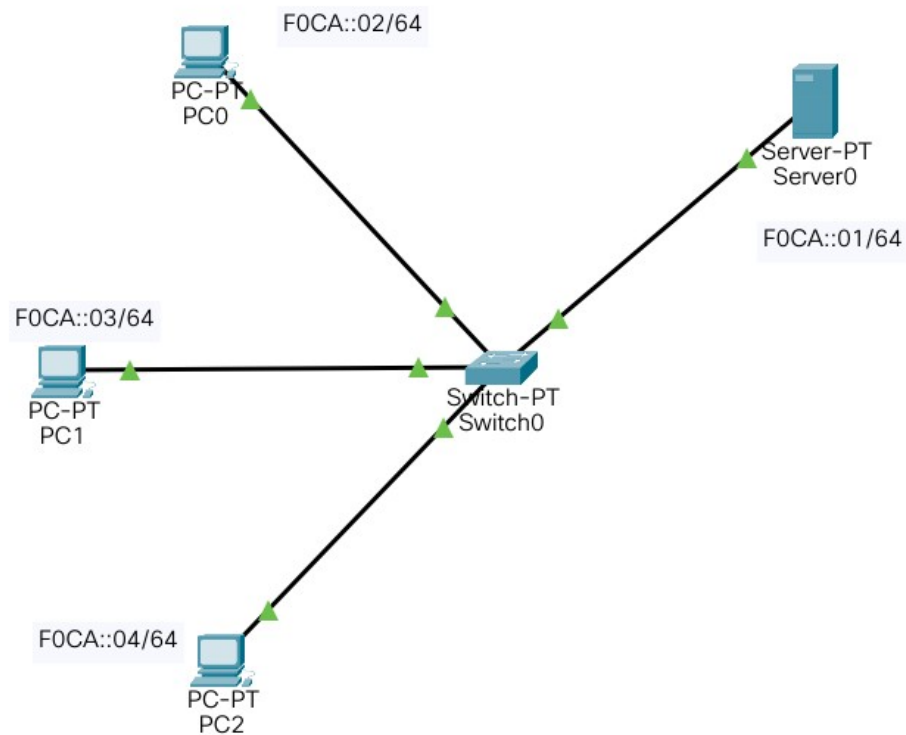
```
Reply from FE80::2D0:58FF:FE46:E782: bytes=32 time=8ms TTL=128
Reply from FE80::204:9AFF:FE9A:24C4: bytes=32 time=9ms TTL=128
Reply from FE80::290:21FF:FE43:B1A5: bytes=32 time=10ms TTL=128
Reply from FE80::2D0:58FF:FE46:E782: bytes=32 time=4ms TTL=128
Reply from FE80::204:9AFF:FE9A:24C4: bytes=32 time=5ms TTL=128
Reply from FE80::290:21FF:FE43:B1A5: bytes=32 time=6ms TTL=128
Reply from FE80::2D0:58FF:FE46:E782: bytes=32 time=4ms TTL=128
Reply from FE80::204:9AFF:FE9A:24C4: bytes=32 time=5ms TTL=128
Reply from FE80::290:21FF:FE43:B1A5: bytes=32 time=6ms TTL=128
```

Ping statistics for FF02::1:

```
Packets: Sent = 3, Received = 9, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 4ms, Maximum = 10ms, Average = 6ms
```

Multicast para FF02::1

- Rede IPv6
 - Rede F0CA::0/64



Protocolo - IPv6

Endereços IPv4-mapeado:

Representado por 0:0:0:0:0:FFFF:wxyz ou ::FFFF:wxyz, é usado para mapear um endereço IPv4 em um endereço IPv6 de 128-bit, onde xyzw representa os 32 bits do endereço IPv4, utilizando dígitos decimais. É aplicado em técnicas de transição para que nós IPv6 e IPv4 se comuniquem.

Ex. ::FFFF:192.168.100.1.

Protocolo - IPv6

IPv6 URLs (*Uniform Resource Locators*),

Com relação a representação dos endereços IPv6 em URLs estes agora passam a ser representados entre colchetes.

Deste modo, não haverá ambiguidades caso seja necessário indicar o número de uma porta juntamente com a URL.

Observe os exemplos a seguir:

`http://[2001:12ff:0:4::22]/index.html`

`http://[2001:12ff:0:4::22]:8080`

IPv6 - Vantagens

- O IPv6 apresenta mecanismos de autoconfiguração que visam liberar o usuário da tarefa de configuração.
 - Exemplo: ao comprar um computador o usuário possa simplesmente conectá-lo a uma rede e acessá-la, sem necessidade de lidar com a configuração de interfaces, protocolos, endereços, etc.
- Outro objetivo: permitir a mobilidade, ou seja, a utilização de um mesmo computador em vários locais e em redes distintas.
 - Exemplo: um executivo poderia estar utilizando seu computador portátil conectado por cabos à rede local da empresa. Ao desconectar os cabos, o computador deveria utilizar a rede de infravermelho disponível, ainda dentro da empresa, e ao sair do alcance desta, utilizar a rede wireless disponível na cidade.

IPv6 - Vantagens

- O IPv6 implementa segurança a nível da camada de rede. Isto elimina a necessidade de implementação de mecanismos de segurança nas camadas superiores, em particular na camada aplicação.
- Entre esses novos mecanismos, destaca-se o IPsec (IP security).
- O IPsec é independente do algoritmo utilizado para criptografia, permitindo uma maior flexibilidade e segurança, visto que pode-se periodicamente evoluir para um método criptográfico mais seguro.
- O IPsec é capaz de garantir os seguintes requisitos de segurança de sistema:
 - Autenticidade, Privacidade; Integridade;

Vídeos

- IPv4 para IPv6

https://www.youtube.com/watch?v=_JbLr_C-HLk

Dúvidas??

