



PUC Minas

Projeto de Redes de Computadores

Unidade 2 – Endereçamento IP

Sistemas de Informação

Introdução

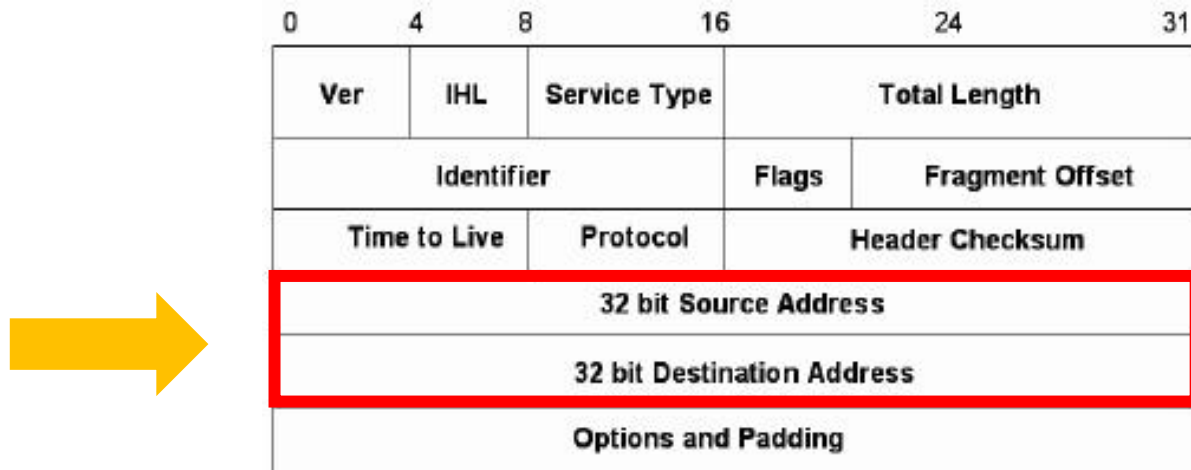
- Em uma rede de computadores todo equipamento e toda rede possui um endereço
- Na rede TCP/IP o endereçamento é definido no protocolo IP, e por isso, recebe o nome de endereço IP
- Atualmente existem dois padrões: IPv4 e IPv6

IPv4 – Endereço IP

- O IPv4 é um protocolo sem conexão e não confiável
 - Não provê mecanismo de controle de erros ou de fluxo (exceto a detecção de erros no cabeçalho)
 - IPv4 pressupõe a falta de confiabilidade das camadas inferiores e faz o máximo para levar a transmissão até o destino, mas sem garantias

IPv4 – Endereço IP

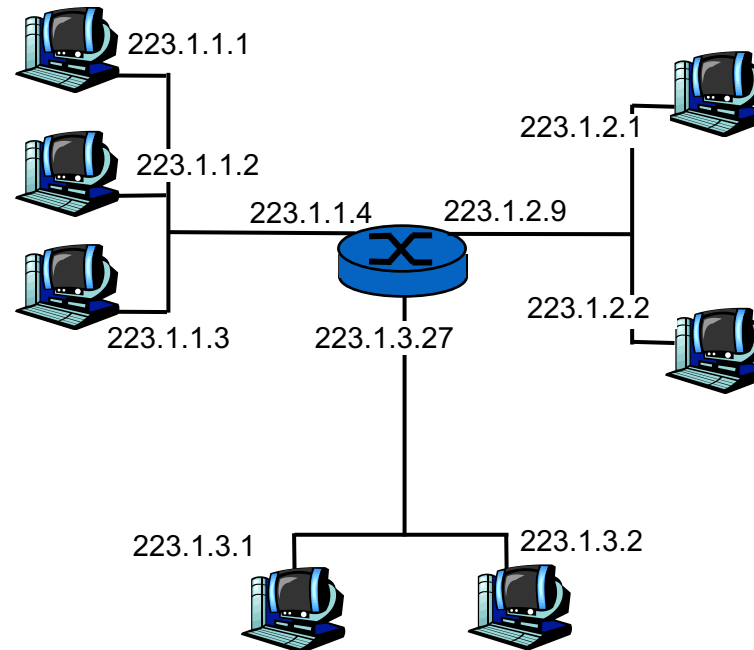
- Projetar, implementar e gerenciar um plano de endereçamento IPv4 eficaz assegura que a rede opere com eficácia e eficiência
- Para a comunicação em redes IPv4 com sucesso, os pacotes de dados devem possuir um endereço de origem e destino no seu cabeçalho



IPv4 – Endereço IP

Endereçamento em redes IPv4

- Os endereços IP são associados a cada interface de um equipamento
- Em uma rede, computadores normalmente possuem um única interface. Roteadores podem possuir várias interfaces.



IPv4 – Endereço IP

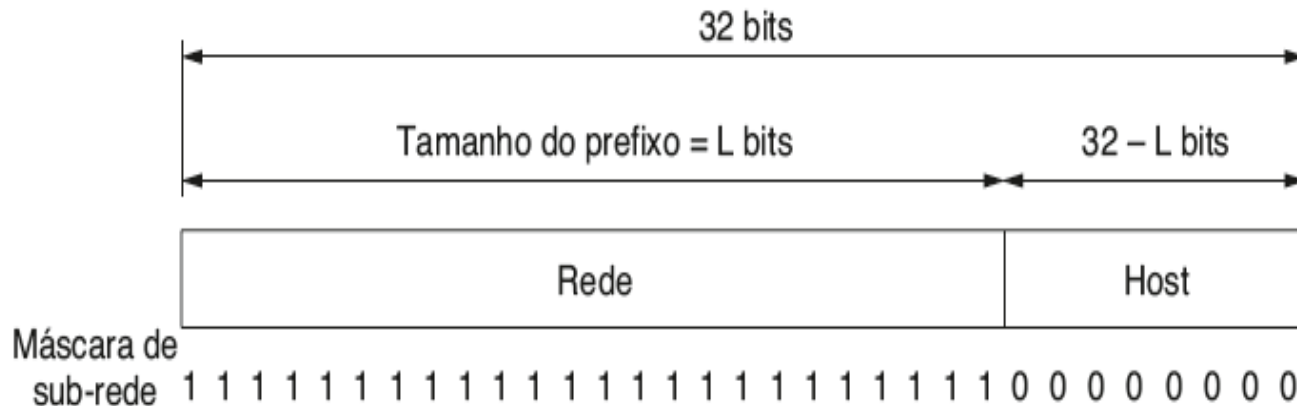
Endereçamento em redes IPv4

- O endereço IP na versão original (IPv4) possui 32 bits (4 bytes). O endereço IP é comumente apresentado na representação decimal ficando com 4 números (octetos) separados por um ponto. **Ex: 172.19.110.89**
- Cada parte do endereço IP pode ser apresentado também no formato binário:
Ex: 10101100.00010011.01101110.01011001
172 19 110 89

IPv4 – Endereço IP

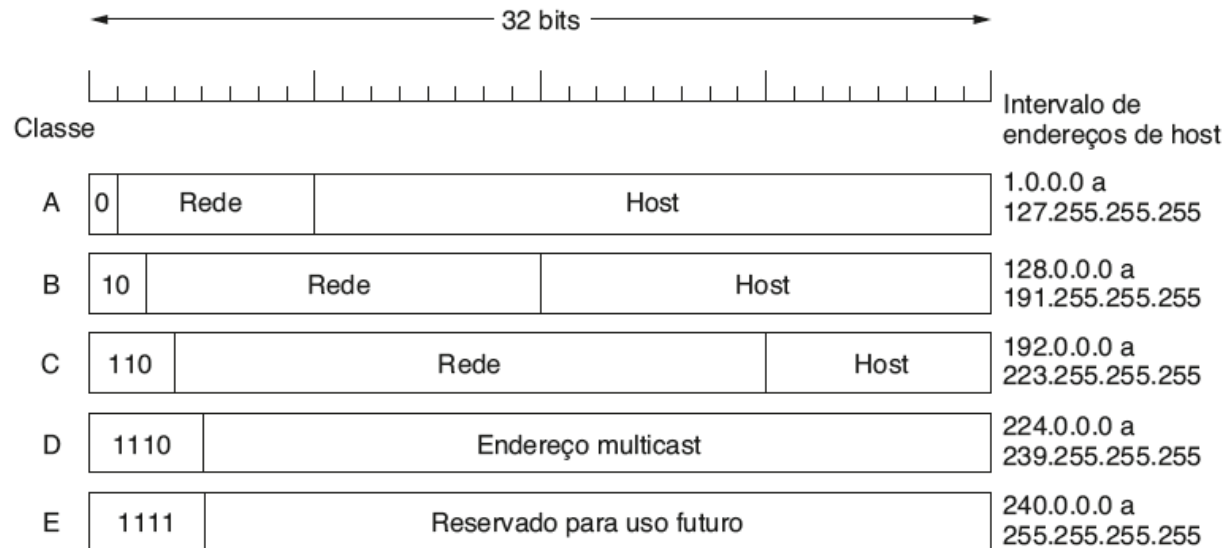
Endereçamento em redes IPv4

- O endereço tem duas partes na sua estrutura:
 - Número da rede: identifica a rede onde um determinado equipamento se encontra
 - Número do host: identifica o equipamento individualmente na rede onde ele está conectado
- A separação rede/host é feita pela máscara



IPv4 – Classes

- A faixa de endereçamento IP é subdividida em classes. Cada classe estipula o que é a parte rede e o que é a parte de host
- As classes existentes são: A, B, C, D e E



IPv4 – Classes

Para cada classe, é possível calcular o número de redes e o número de hosts que podem ser mapeados. Com isto, é possível selecionar a melhor classe a ser utilizada em cada caso

Class	First Octet Range	Valid Network Numbers*	Total Number for This Class of Network	Number of Hosts Per Network
A	1 to 126	1.0.0.0 to 126.0.0.0	$2^7 - 2$ (126)	$2^{24} - 2$ (16,777,214)
B	128 to 191	128.0.0.0 to 191.255.0.0	2^{14} (16,384)	$2^{16} - 2$ (65,534)
C	192 to 223	192.0.0.0 to 223.255.255.0	2^{21} (2,097,152)	$2^8 - 2$ (254)

IPv4 – Classes

- Com apenas estas três classes, existe um desperdício muito grande de endereços, pois a menor unidade de alocação é de 254 endereços
- Se uma instituição necessitar de um pouco mais, a próxima alocação seria 65.534, que dificilmente representa a realidade da maioria das instituições

IPv4 – Redes e Subredes

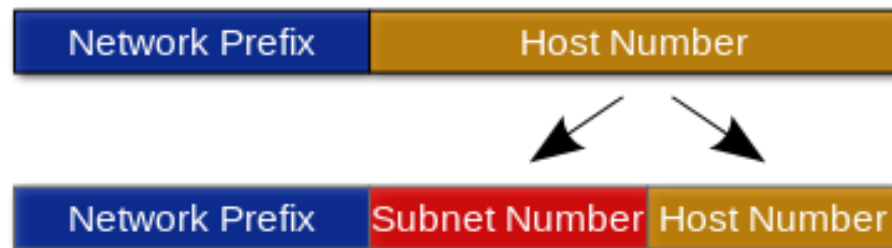
Tipos de endereços

- **Rede:** O endereço pelo qual nos referimos à rede (os bits de host ficam com 0)
- **Broadcast:** Endereço especial usado para enviar dados a todos os hosts da rede (os bits de host recebem o valor 1)
- **Host:** Os endereços designados aos dispositivos finais da rede (os bits destinados aos hosts ficam com qualquer combinação diferente das anteriores)

IPv4 – Redes e Subredes

O que é uma sub-rede?

- É a divisão lógica de grupos de redes dentro de uma rede das classes A, B ou C
- Utilizada para evitar o desperdício de alocação de endereços
- A partir do momento que criamos sub-redes o endereçamento passa a ser sem classe (*classless*)



IPv4 – Redes e Subredes

- Quando configuramos uma rede local com endereços IPv4, precisamos configurar também a máscara
- Ela indica quais bits serão usados para rede e sub-rede e quais identificam a máquina dentro da rede
- A máscara funciona apenas na rede local e é utilizada para verificar se duas máquinas estão na mesma rede

IPv4 – Redes e Subredes

Exemplo

- Uma rede 192.168.0.0 (privada da classe C) com máscara /24 possui capacidade para endereçar 254 hosts
- Suponha a demanda de criar 4 sub-redes com capacidade de endereçamento menor
- Aloca-se 2 bits da parte do host para rede, passando a máscara para /26, o que resulta em 4 sub-redes
- Cada sub-rede abriga 62 hosts ($2^6 - 2$), já reservados os endereços de rede e broadcast

IPv4 – Redes e Subredes

- Como fica a máscara de rede?
 - Binário: 11111111.11111111.11111111.11000000
 - Formato Decimal: 255.255.255.192
- A máscara pode ser representada ainda pelo número total de bits utilizados conforme mostrado exemplo: 192.168.0.0/26 (Isso é chamado de prefixo)

Sub-rede	Binário (último octeto)	Endereço da Rede	Intervalo de Hosts	Total de Hosts	Endereço Broadcast
1	00000000	192.168.0.0	192.168.0.1 – 62	62 (2^6-2)	192.168.0.63
2	01000000	192.168.0.64	192.168.0.65 – 126	62 (2^6-2)	192.168.0.127
3	10000000	192.168.0.128	192.168.0.129 – 190	62 (2^6-2)	192.168.0.191
4	11000000	192.168.0.192	192.168.0.193 – 254	62 (2^6-2)	192.168.0.255

IPv4 – Endereço IP

Endereçamento em redes IPv4

■ Aplicação da máscara

Passo-1: Rede ou Sub-rede

217.114.22.150

11011001 - 01110010 - 00010110 - 10010110
AND 11111111 . 11111111 . 11111111 . 00000000 (255.255.255.0 /24)

11011001 . 01110010 . 00010110 . 00000000 (217.114.22.0)

Passo-2: Broadcast

11011001 . 01110010 . 00010110 . 11111111 (217.114.22.255)

Passo-3: Faixa de Hosts

Primeiro IP Válido

11011001 . 01110010 . 00010110 . 00000001 (217.114.22.1)

Último IP Válido

11011001 . 01110010 . 00010110 . 11111110 (217.114.22.254)

Fonte: <http://www.dltec.com.br/blog/redes/tecnica-4-em-1-para-analise-de-endereco-ip/>

IPv4 – Redes e Subredes

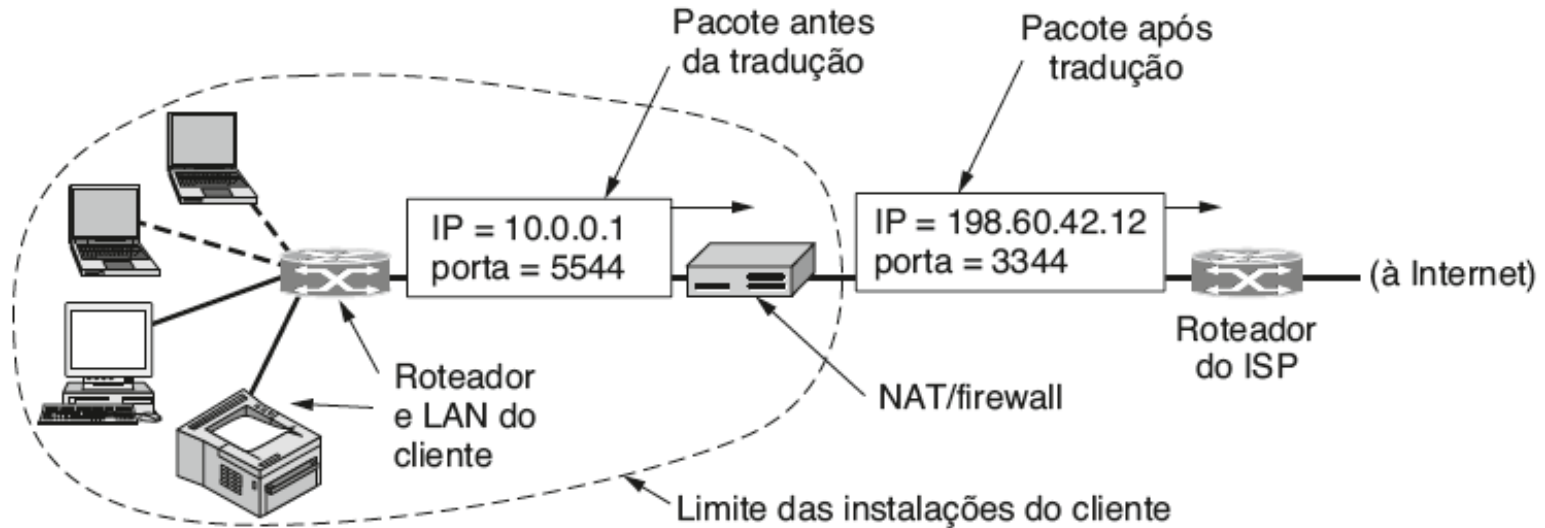
Redes Privadas

Alguns endereços IPv4 são reservados para uso em redes privadas. Um conjunto de IPs em cada uma das classe: A, B e C

Descrição	Faixa de IPs	No. de Endereços
1 rede classe A	10.0.0.0 a 10.255.255.255	16.777.216
16 redes classe B	172.16.0.0 a 172.31.255.255	1.048.576
256 redes classe C	192.168.0.0 a 192.168.255.255	65.536

IPv4 – Network Address Translation (NAT)

Uma solução para a escassez de endereços IPs



Disposição e operação de um NAT

IPv4 – Network Address Translation (NAT)

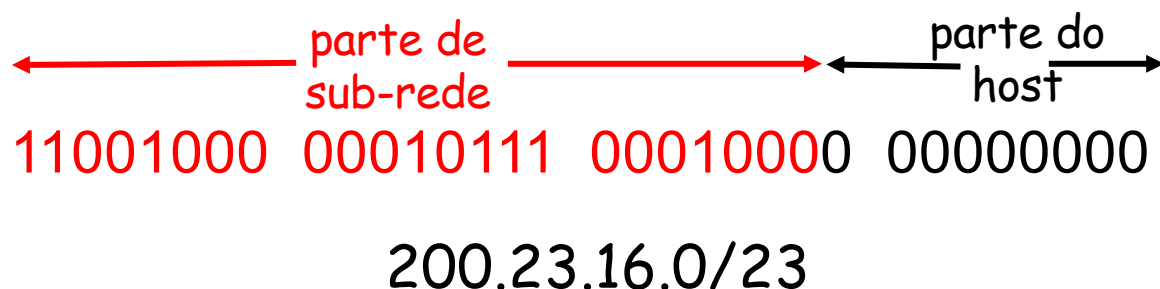
- Benefícios

- Economia de IP
- A rede interna fica protegida, tendo em vista que outros computadores na Internet não têm conhecimento da existência de uma rede por trás do NAT
- É possível implementar regras de filtros, tanto de entrada como de saída

IPv4 – CIDR

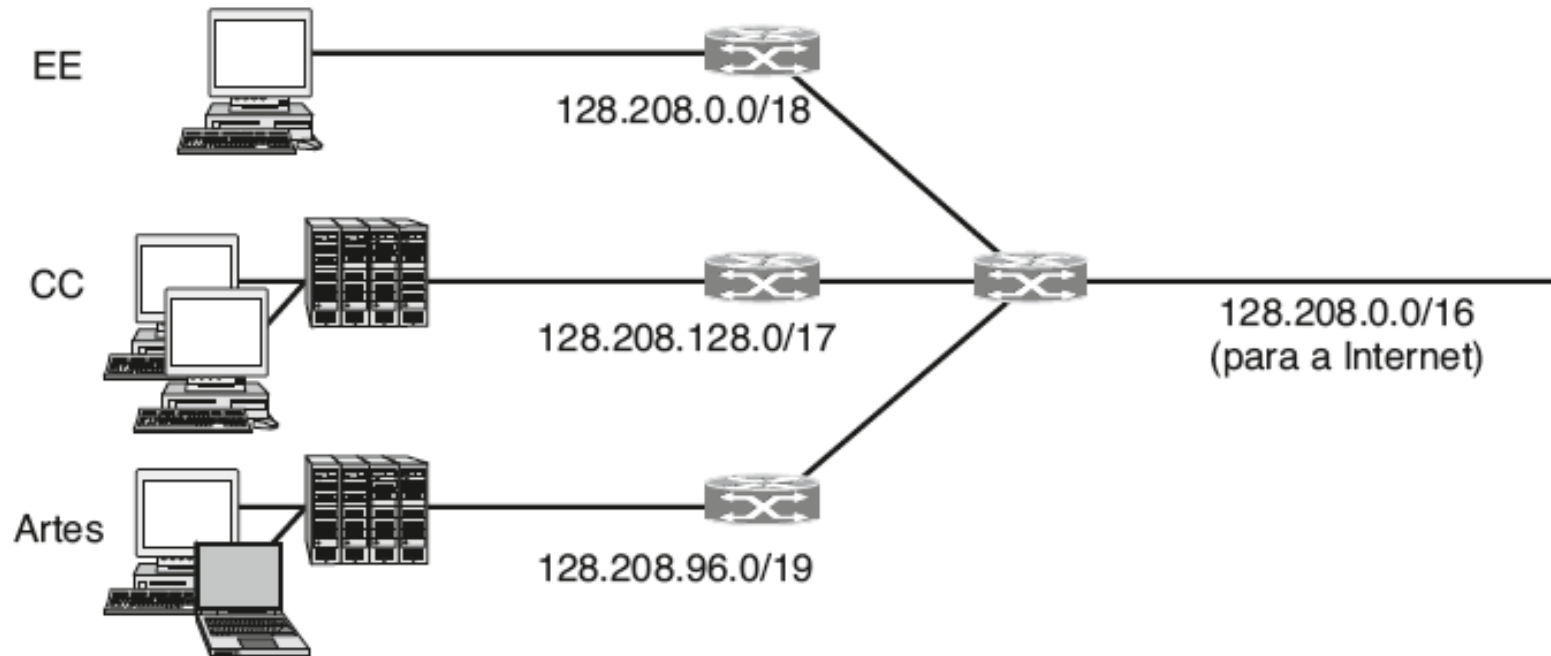
Classless InterDomain Routing (CIDR): roteamento interdomínio sem classes

- A parte de rede do endereço IP tem tamanho variável
- O formato do endereço IP utiliza a notação a.b.c.d/x, onde x é o número de bits da parte de rede do endereço



IPv4 – CIDR

CIDR: roteamento sem classe



Dividindo um prefixo IP em redes e sub-redes

IPv4 – CIDR

CIDR: roteamento sem classe

- Exemplo de endereçamento

Universidade	Primeiro endereço	Último endereço	Quantos	Prefixo
Cambridge	194.24.0.0	194.24.7.255	2.048	194.24.0.0/21
Edimburgo	194.24.8.0	194.24.11.255	1.024	194.24.8.0/22
(Disponível)	194.24.12.0	194.24.15.255	1.024	194.24.12.0/22
Oxford	194.24.16.0	194.24.31.255	4.096	194.24.16.0/20

Alocação de IPs

Endereços Reservados

- Utilizado para roteamento padrão: 0.0.0.0
- Reservado para *loopback*: 127.0.0.0/8
- Utilizado para link local: 169.254.0.0/16
- Utilizado para teste e documentação: 192.0.2.0/24

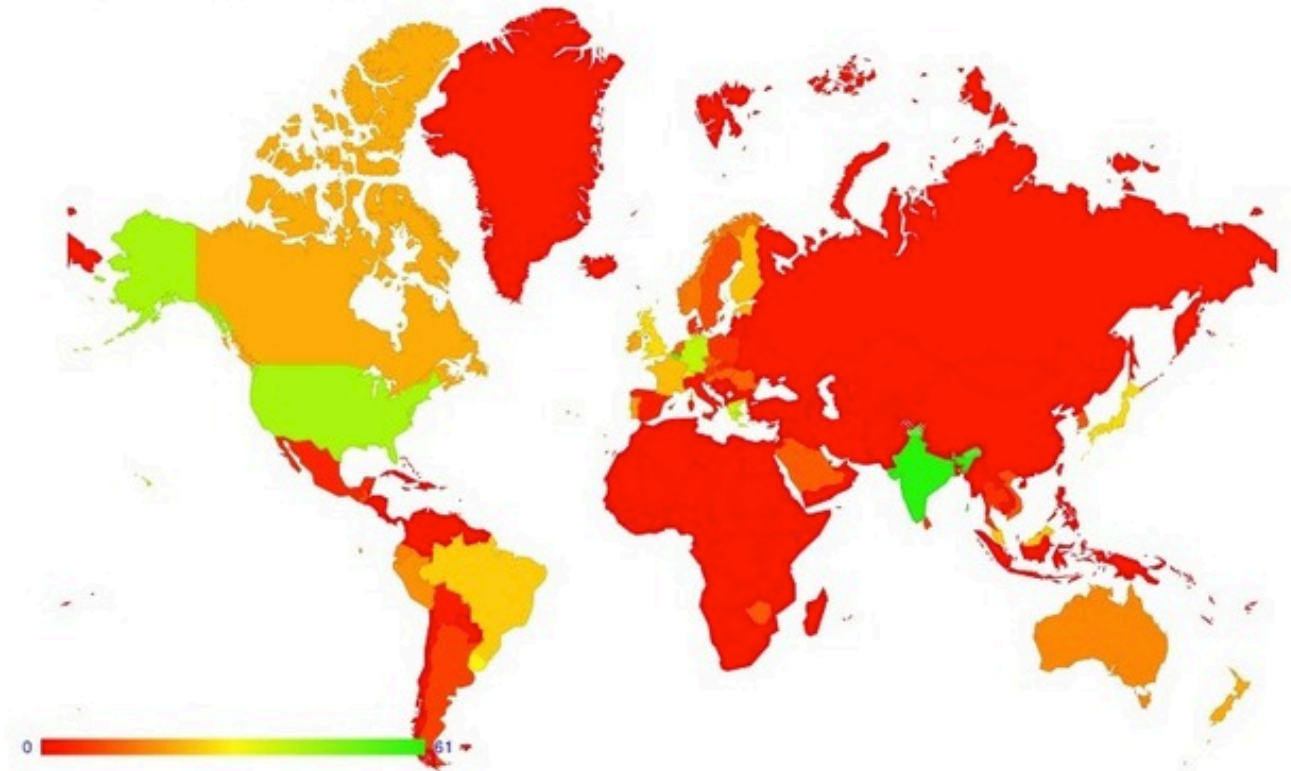
Alocação de IPs

Alocação de endereços IP no mundo:

Global	IANA				
Registros Regionais	AfriNIC	APNIC	LACNIC	ARIN	RIPE NCC
Região	África	Ásia / Pacífico	América Latina e Caribe	América do Norte	Europa, Oriente Médio e Ásia Central



>



IPv6 – Endereço IP

- Motivação inicial: espaço de endereço de 32 bits logo estará completamente alocado
- Mais importância aos tipos de serviço:
 - Internet deve acomodar transmissão de vídeo e áudio em tempo real: requer estratégias de atraso mínimo e reserva de recursos não previstas no projeto original do IPv4
- Coexistência entre protocolos antigos e novos no futuro

IPv6 – Endereço IP

- Aceitar bilhões de hosts
- Reduzir o tamanho das tabelas de roteamento
- Simplificar o protocolo: processamento mais rápido
- Maior segurança: criptografia e autenticação

IPv6 - Segurança

- Mantém o IPSec (IP Security Protocol) que é uma extensão do protocolo IP voltado para segurança
- Nesta versão os dados do pacote são criptografados, garantindo maior confidencialidade, autenticidade e integridade das informações trafegadas

IPv6 – Endereço IP

- Simplificação do cabeçalho

Versão	Serviços diferenciados	Rótulo de fluxo	
Tamanho da carga útil		Próximo cabeçalho	Limite de hops
Endereço de origem (16 bytes)			
Endereço de destino (16 bytes)			

- **Versão: 6**
- **Serviços diferenciados:** distinguir classes de serviços para pacotes com diferentes requisitos de entrega em tempo real
- **Rótulo de fluxo:** permite que origem e destino marquem grupo de pacotes que têm os mesmos requisitos e devem ser tratados da mesma maneira pela rede

IPv6

- **Tamanho da carga útil:** determina o número de bytes no datagrama IPv6
- **Próximo cabeçalho:** identifica o protocolo ao qual os dados serão entregues (TCP, UDP)
- **Limite de hops:** contador de hops
- **Endereço de origem e destino:** transmissor e receptor

IPv6 – Endereço IP

- Endereçamento hierárquico de 128 bits

FE00:2340:1111:AAAA:0001:1234:5678:9ABC

- Representado na forma hexadecimal
- Organizado em 8 quartetos de 4 dígitos, separados por :
- Cada quarteto possui 16 bits

IPv6 – Endereço IP

- Para facilitar a representação o IPv6 duas convenções são possíveis:
 - ✓ Omita os 0s na frente em qualquer quarteto
 - ✓ Represente um ou mais quartetos consecutivos, todos com 0s hexa, com dois pontos duplos (::), mas somente para uma destas ocorrências em um dado endereço

IPv6 – Endereço IP

- Exemplo
 - FE00:0000:0000:0001:0000:0000:0000:0056
 - Possíveis abreviações:
 - ✓ FE00::1:0:0:0:56
 - ✓ FE00:0:0:1::56
 - Abreviação com ambiguidade (inválida)
 - ✓ FE00::1::56

IPv6 – Endereço IP

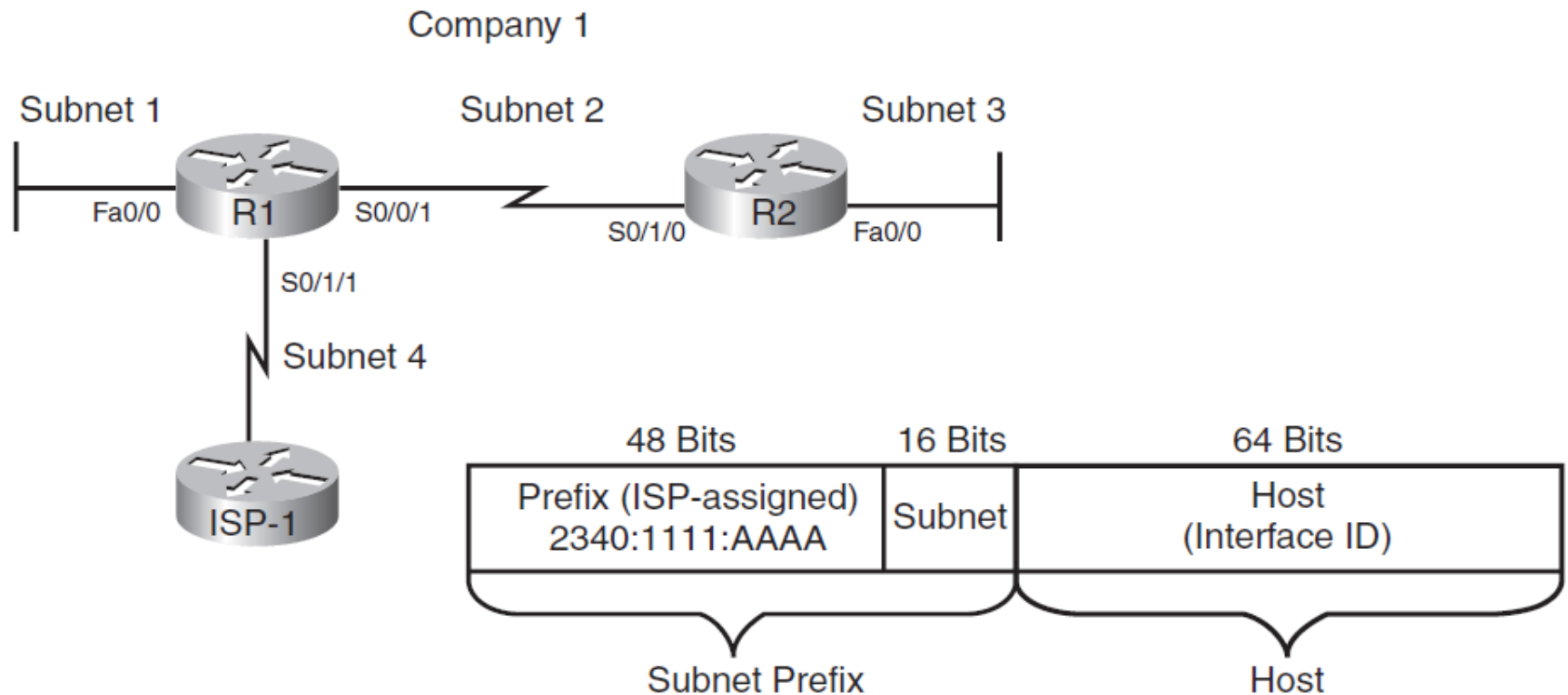
- Três categorias de pacotes:
 - Unicast
 - Multicast
 - Anycast
- Distribuição otimizada de endereços e possibilidade que estes sejam acessados mais rapidamente

IPv6 – Endereço IP – Tipos de Endereços IPv6

- **Unicast:** indicado para redes ponto-a-ponto. O tipo Unicast identifica uma única interface para que os pacotes sejam enviados somente à essa interface
- **Multicast:** indicado para comunicações de um-para-muitos. Esse tipo identifica um conjunto de interfaces e os pacotes de dados são entregues a todas interfaces associadas ao tipo de endereço Multicast
- **Anycast:** semelhante ao multicast, com a diferença de que o pacote de dados é entregue à interface do grupo que estiver mais próxima. Esse tipo é apropriado para servidores de DNS, por exemplo.

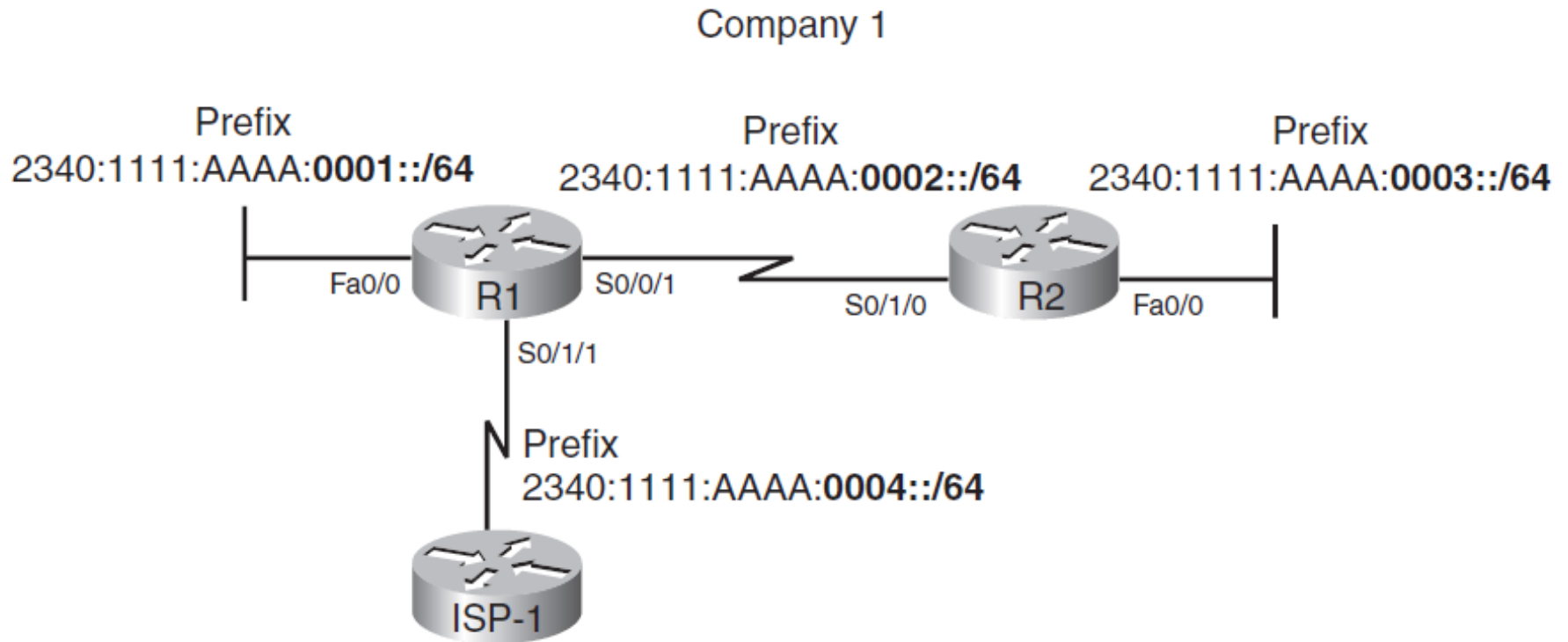
IPv6 – Redes e Subredes

- Como no IPv4 o IPv6 também permite a divisão em sub-redes
- Podem ser criadas a partir do prefixo unicast global atribuído
- Exemplo: a Companhia 1 que recebeu o prefixo de um ISP e precisa criar 4 sub-redes:



IPv6 – Redes e Subredes

Tomemos como exemplo a Companhia 1 que recebeu o prefixo de um ISP e precisa criar 4 sub-redes:



IPv6 – Redes e Subredes

- Em endereços IPv6 ela continua sendo escrita do mesmo modo que no IPv4, utilizando a notação CIDR
- Representação: endereço-IPv6/tamanho do prefix
 - Prefixo **2001:db8:3003:2::/64**
 - Prefixo global **2001:db8::/32**
 - ID da sub-rede **3003:2**

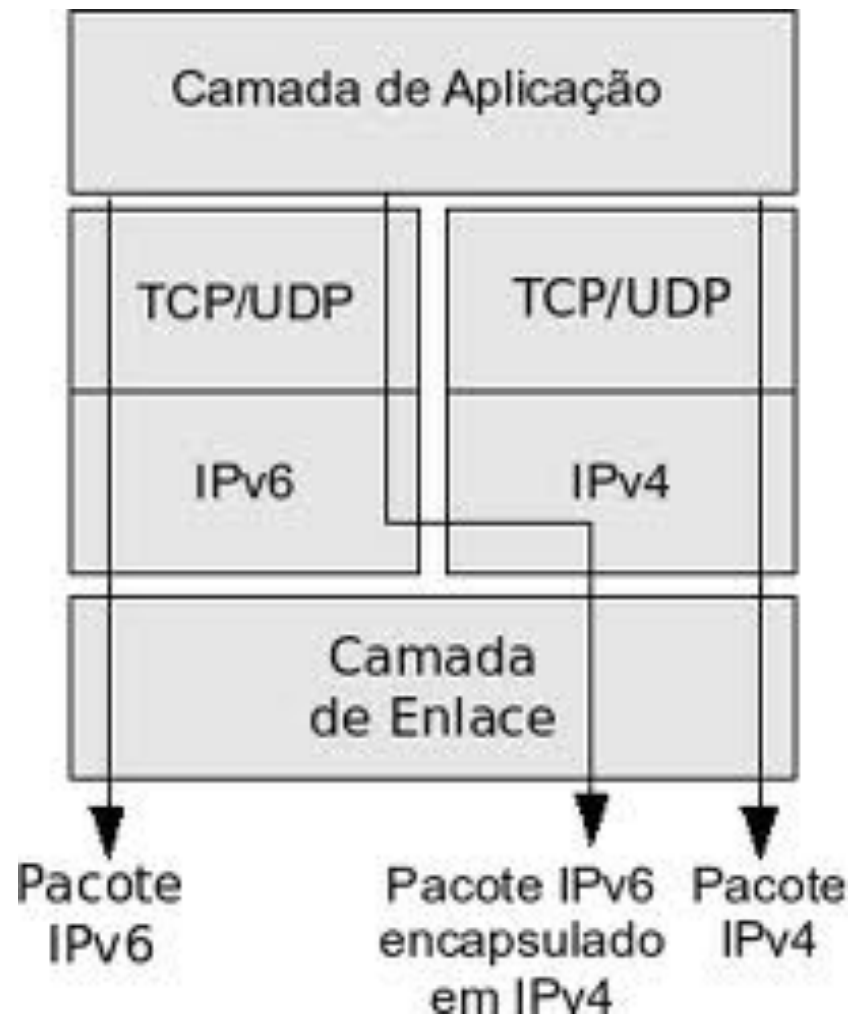
IPv6 e IPv4

- Técnicas de transição:
 - Pilha Dupla (Dual Stack)
 - Tunelamento: Transmissão de pacotes IPv6 dentro do IPv4

Pilha Dupla

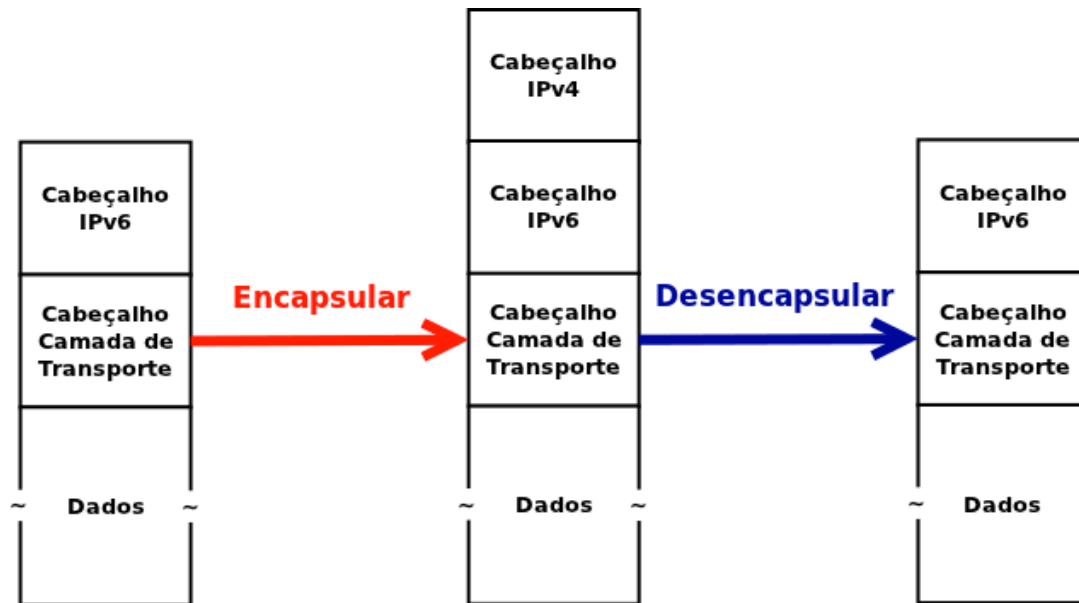
- Dispositivos e roteadores: equipados com pilhas para ambos os protocolos
- Um nó Pilha Dupla se comporta como um nó IPv6 na comunicação com outro nó IPv6 e se comporta como um nó IPv4 na comunicação com outro nó IPv4
- Cada nó IPv6/IPv4 é configurado com ambos endereços, utilizando mecanismos IPv4 para adquirir seu endereço IPv4 e mecanismos IPv6 para adquirir seu endereço IPv6

Pilha Dupla

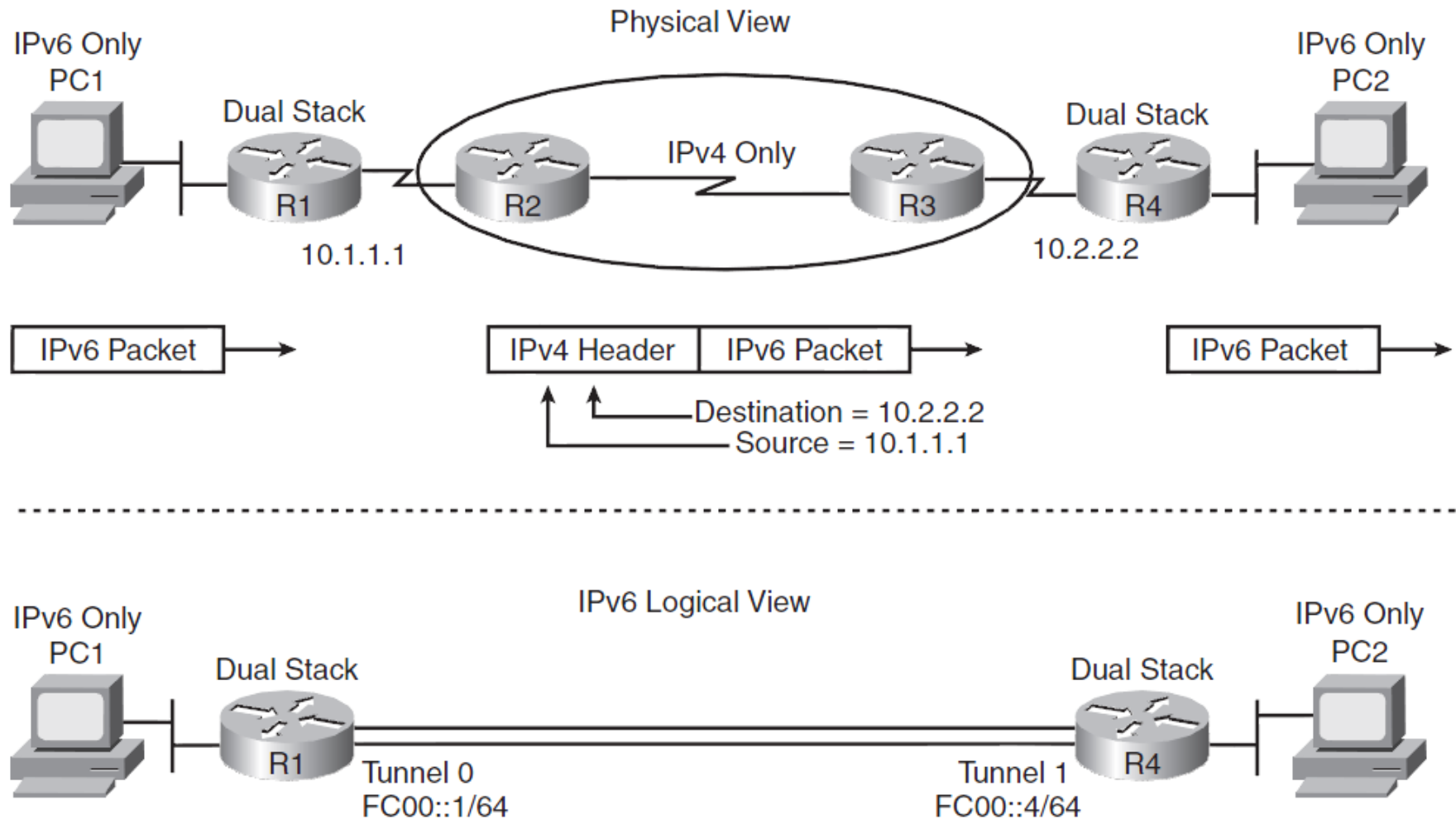


Tunelamento

- As técnicas de tunelamento fazem o encapsulamento de pacotes IPv6 em pacotes IPv4
- Consiste em colocar o pacote IPv6 dentro de um pacote IPv4, adequar os endereços de origem e destino para o IPv4 e colocar no cabeçalho o tipo 41 (29 em hexadecimal)
- Quando o destino receber o pacote com tipo 41 ele remove o cabeçalho IPv4 e trata o pacote como IPv6



Tunelamento

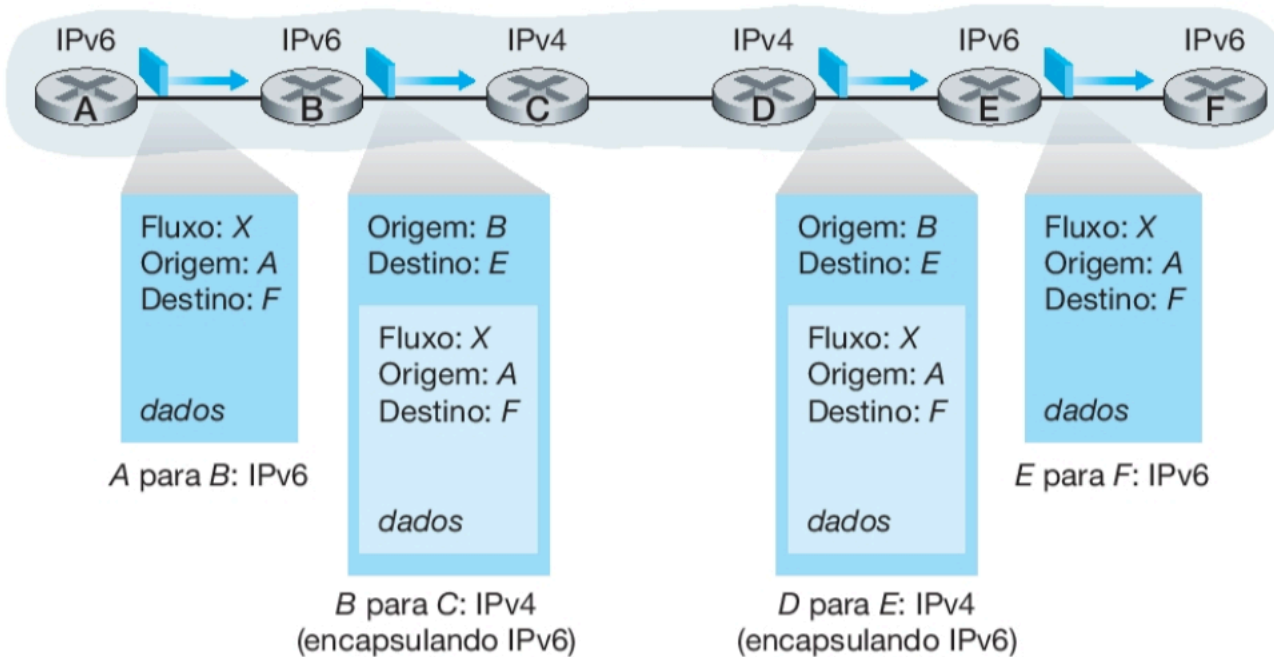


Tunelamento

Visão lógica

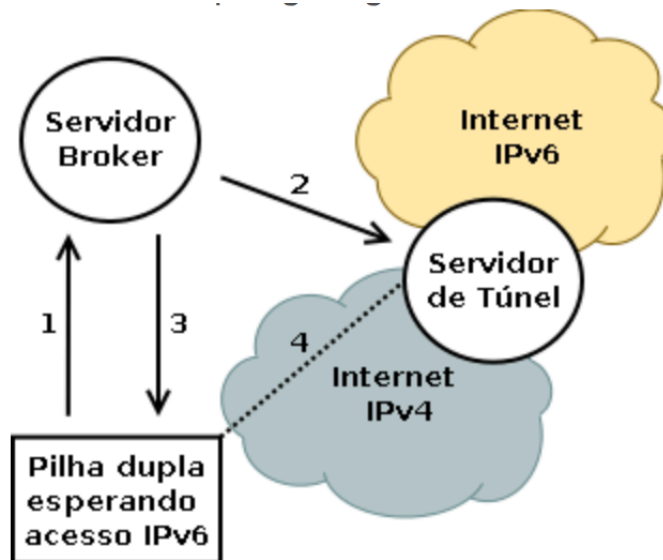


Visão física



Tunnel Broker

- Permite que dispositivos isolados, ou toda uma rede IPv4, obtenham conectividade IPv6 por meio do estabelecimento de um túnel com um provedor, tornando-se, na prática, dispositivos, ou uma rede, pilha dupla.



- 1 - Cliente pilha dupla solicita túnel (pode ser solicitada autenticação) via IPv4
- 2 - Broker cadastra usuário no Servidor de túnel
- 3 - Broker informa cliente parametros para criação do túnel
- 4 - Túnel estabelecido