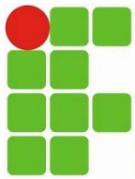


INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE – IFRN  
Disciplina: Arquitetura de redes de computadores e Tecnologia de Implementação de Redes  
Professor: M Sc. Rodrigo Ronner T. da Silva  
E-mail: rodrigo.tertulino@ifrn.edu.br

# REDES DE COMPUTADORES

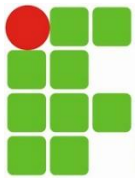
## A CAMADA DE REDE



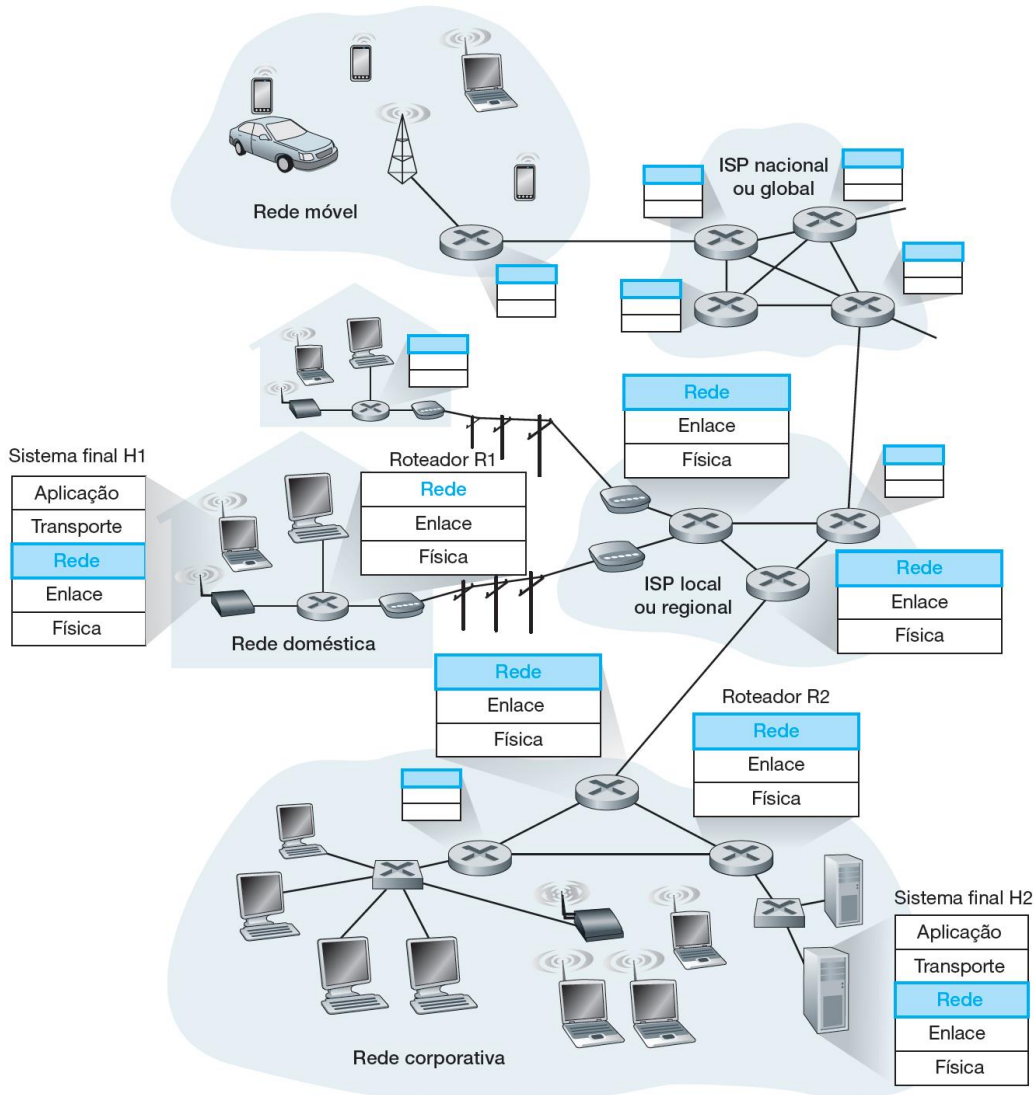


# Sumário

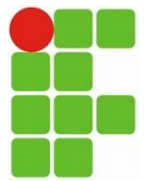
1. Introdução
2. Repasse e Encaminhamento
3. Modelos de serviço de rede
4. Redes de circuitos virtuais
5. Redes de datagramas
6. O que há dentro de um roteador?
7. Processamento de entrada
8. Elemento de comutação
9. Processamento de saída
10. Onde ocorre formação de fila?
11. O Protocolo da Internet (IP): repasse e endereçamento na Internet
12. Formato de datagrama **(Laboratório)**
13. Fragmentação do datagrama IP **(Laboratório)**
14. Endereçamento IPv4 **(Laboratório)**
15. DHCP - Protocolo de configuração dinâmica de host **(Laboratório)**
16. NAT - Tradução de Endereços na Rede **(Laboratório)**
17. Protocolo de Mensagens de Controle da Internet (ICMP) **(Laboratório)**
18. Ipv6 **(Laboratório)**
19. Referências Bibliográficas



# Introdução

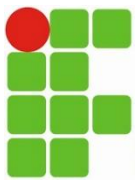


- A camada de rede

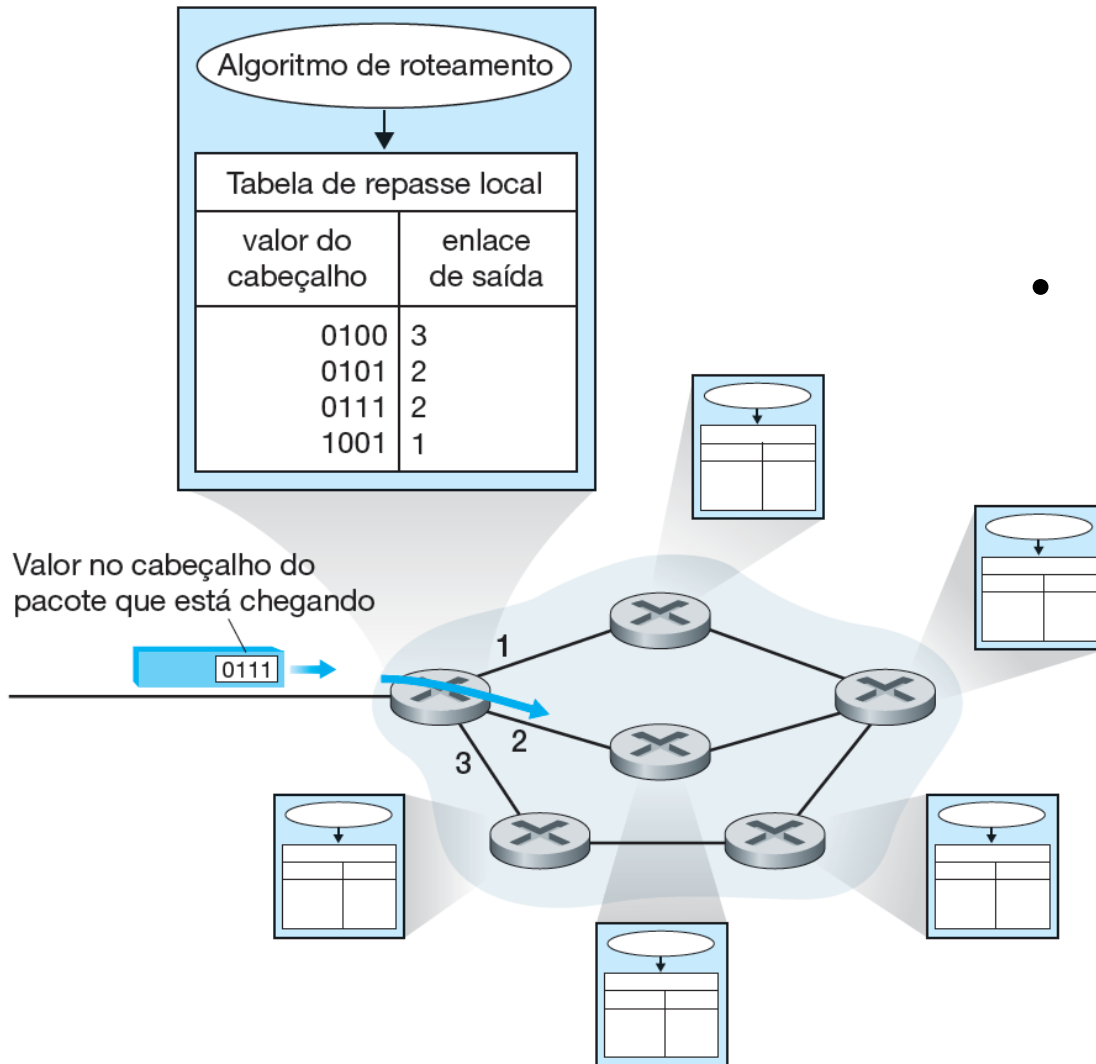


# Repasse e roteamento

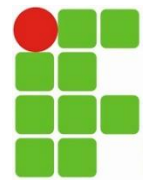
- O papel da camada de rede é transportar pacotes de um hospedeiro remetente a um hospedeiro destinatário.
- **Repasse.** Quando um pacote chega ao enlace de entrada de um roteador, este deve conduzi-lo até o enlace de saída apropriado.
- **Roteamento.** A camada de rede deve determinar a rota ou o caminho tomado pelos pacotes ao fluírem de um remetente a um destinatário.



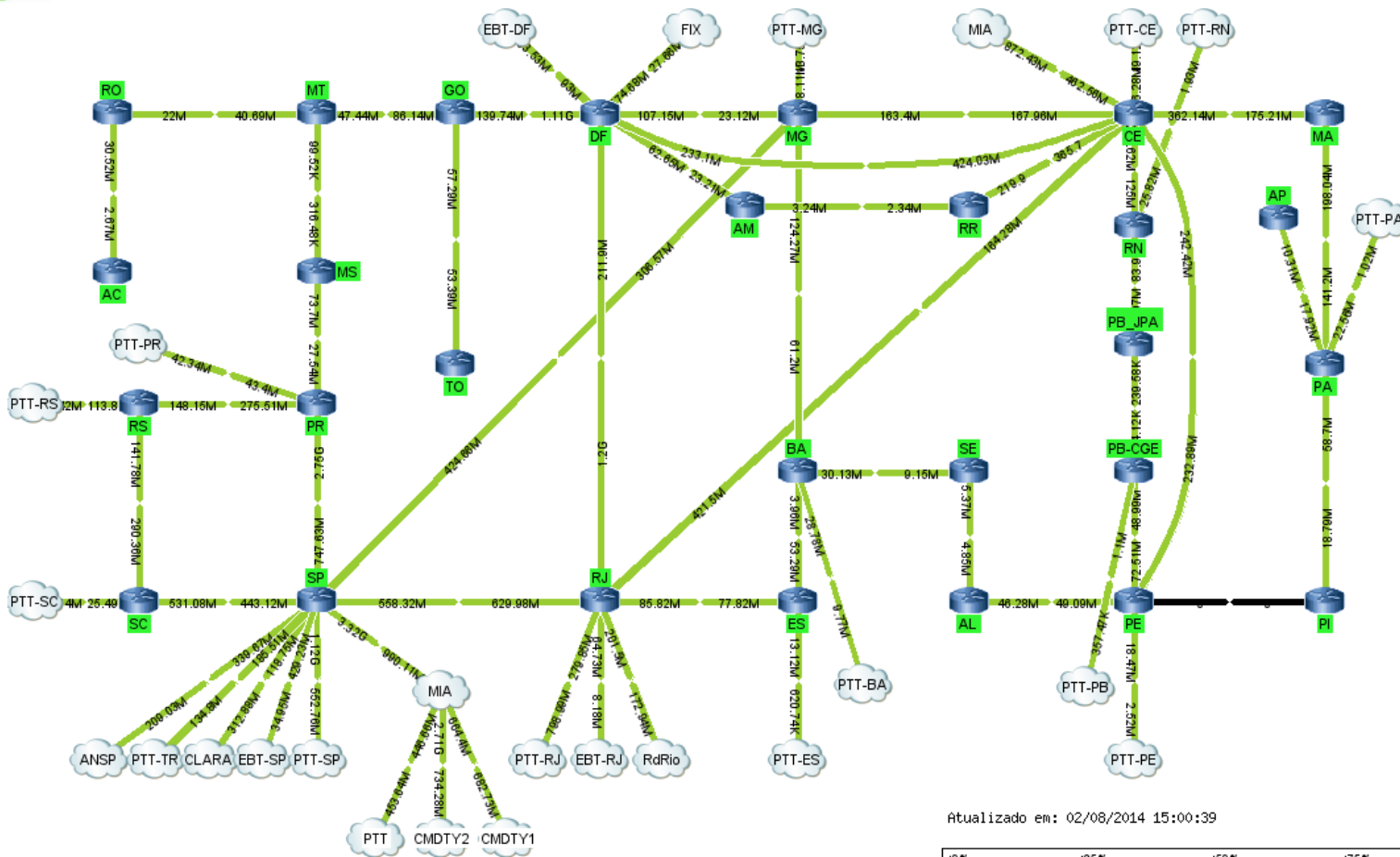
# Repassse e roteamento



- Algoritmos de roteamento determinam valores em tabelas de repasse:

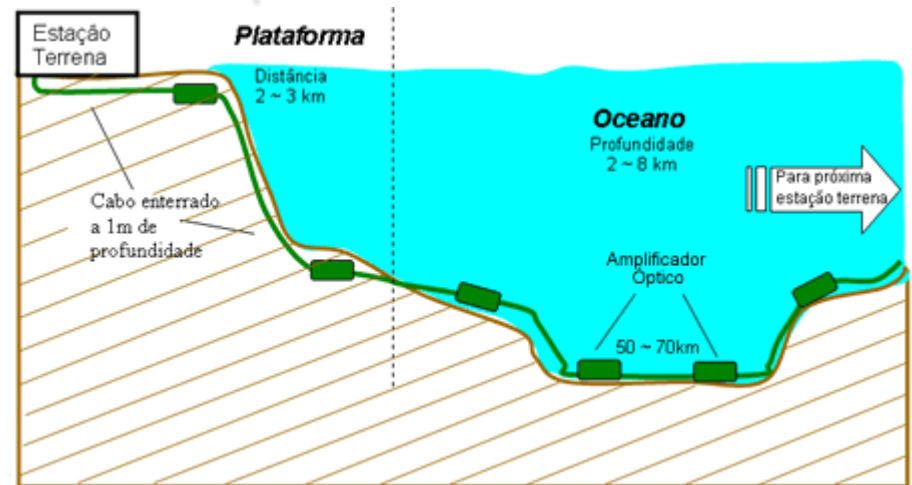
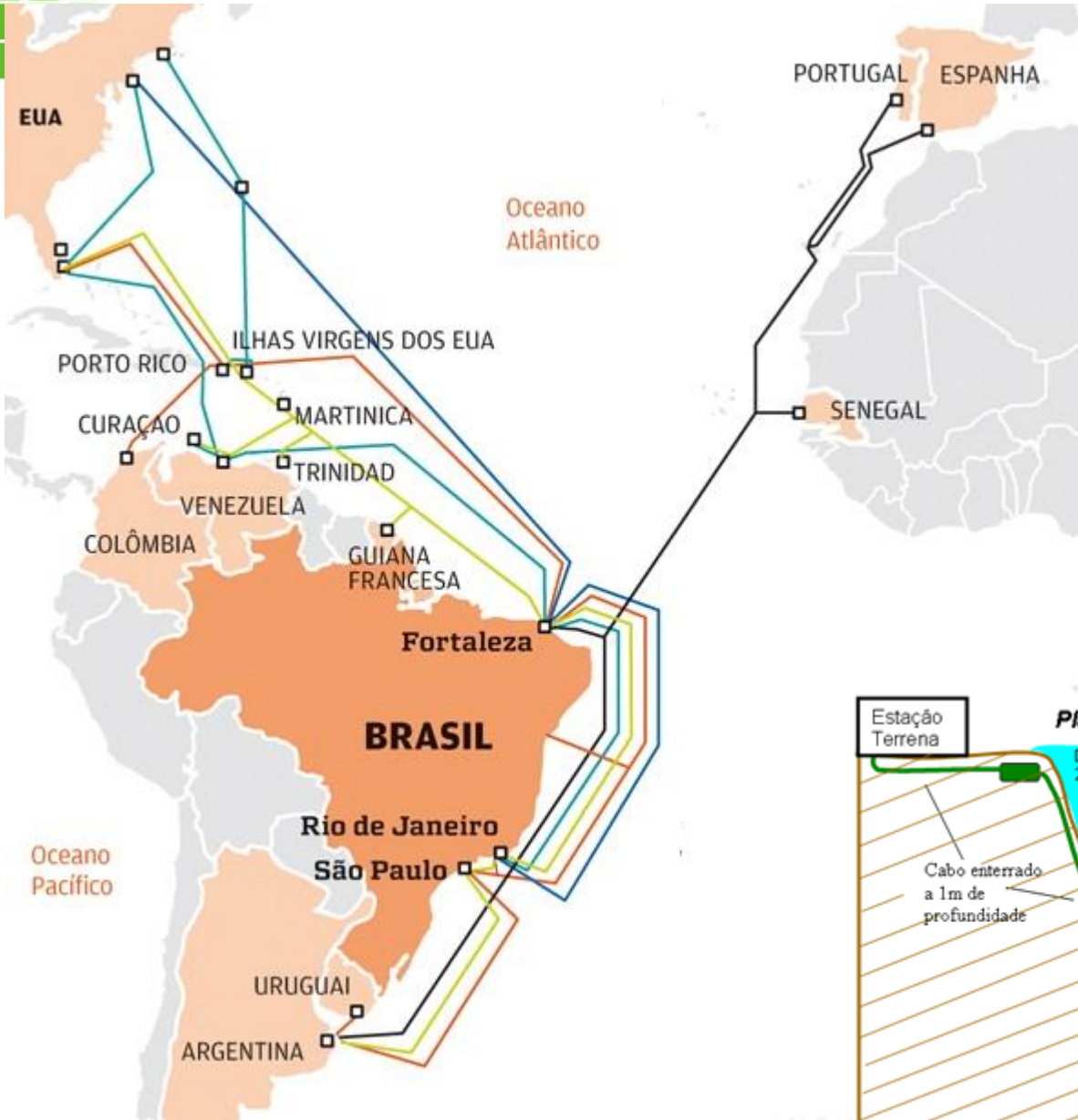


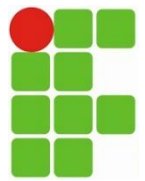
# RNP > Operação do backbone > Panorama do tráfego



<http://www.rnp.br/ceo/trafeego/panorama.php>

# Mapa Mundi de Cabos Ópticos Transoceânicos





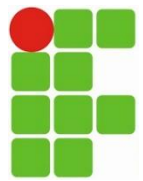
# Modelos de serviço de rede

- O **modelo de serviço de rede** define as características do transporte de dados fim a fim entre uma borda da rede e a outra.

Alguns serviços específicos que poderiam ser oferecidos são:

- Entrega garantida.
- Entrega garantida com atraso limitado.
- Entrega de pacotes na ordem.
- Largura de banda mínima garantida.
- Jitter máximo garantido.
- Serviços de segurança.

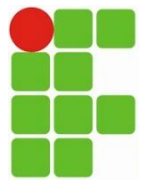




# Modelos de serviço de rede

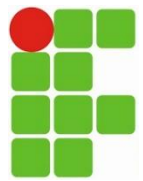
- Modelos de serviço das redes Internet, ATM CBR e ATM ABR

Arquitetura da rede	Modelo de serviço	Garantia de largura de banda	Garantia contra perda	Ordenação	Temporização	Indicação de congestionamento
Internet	Melhor esforço	Nenhuma	Nenhuma	Qualquer ordem possível	Não mantida	Nenhuma
ATM	CBR	Taxa constante garantida	Sim	Na ordem	Mantida	Não haverá congestionamento
ATM	ABR	Mínima garantida	Nenhuma	Na ordem	Não mantida	Indicação de congestionamento



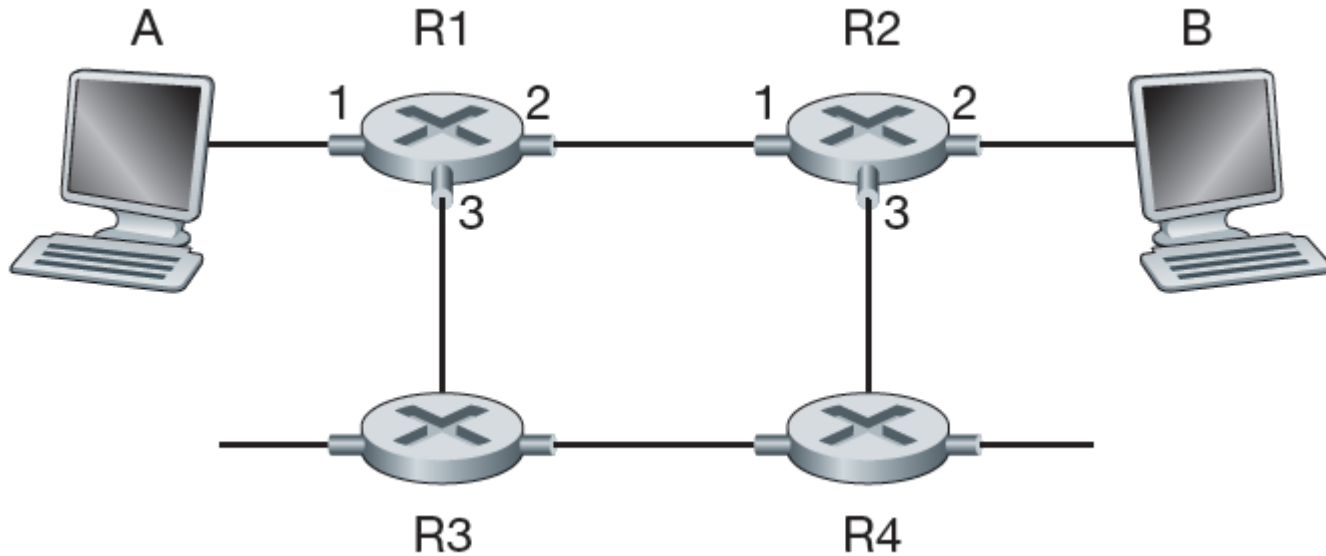
# Redes de circuitos virtuais

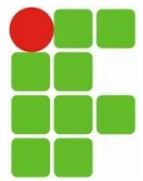
- Um circuito virtual (CV) consiste em:
  1. um caminho (isto é, uma série de enlaces e roteadores) entre hospedeiros de origem e de destino,
  2. números de CVs, um número para cada enlace ao longo do caminho e
  3. registros na tabela de repasse em cada roteador ao longo do caminho.



# Redes de circuitos virtuais

- Uma rede de circuitos virtuais simples:

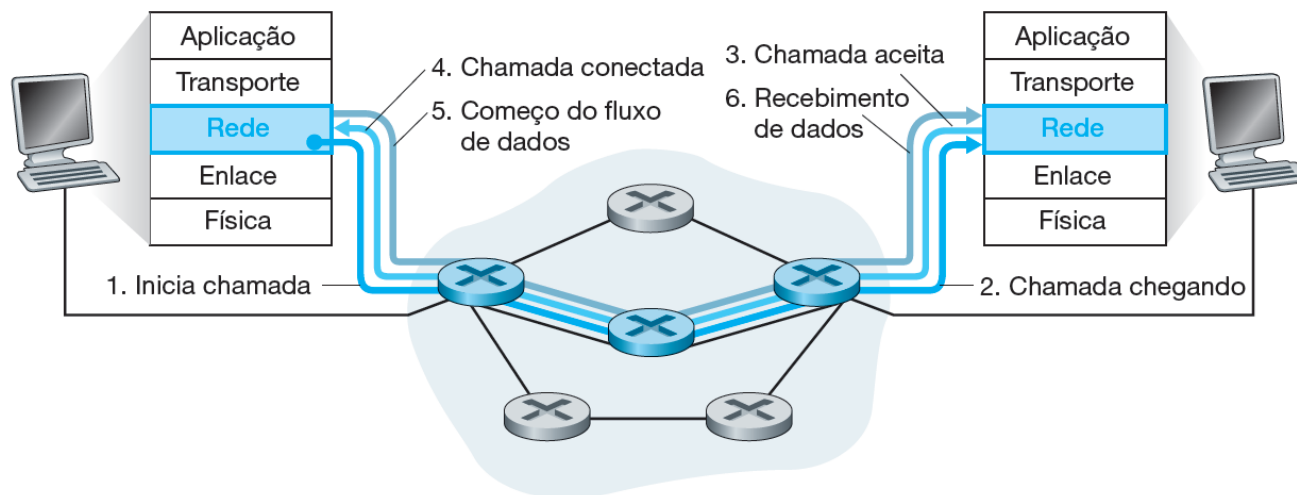


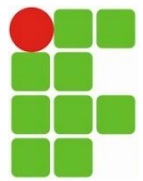


# Redes de circuitos virtuais

- Há três fases que podem ser identificadas em um circuito virtual:

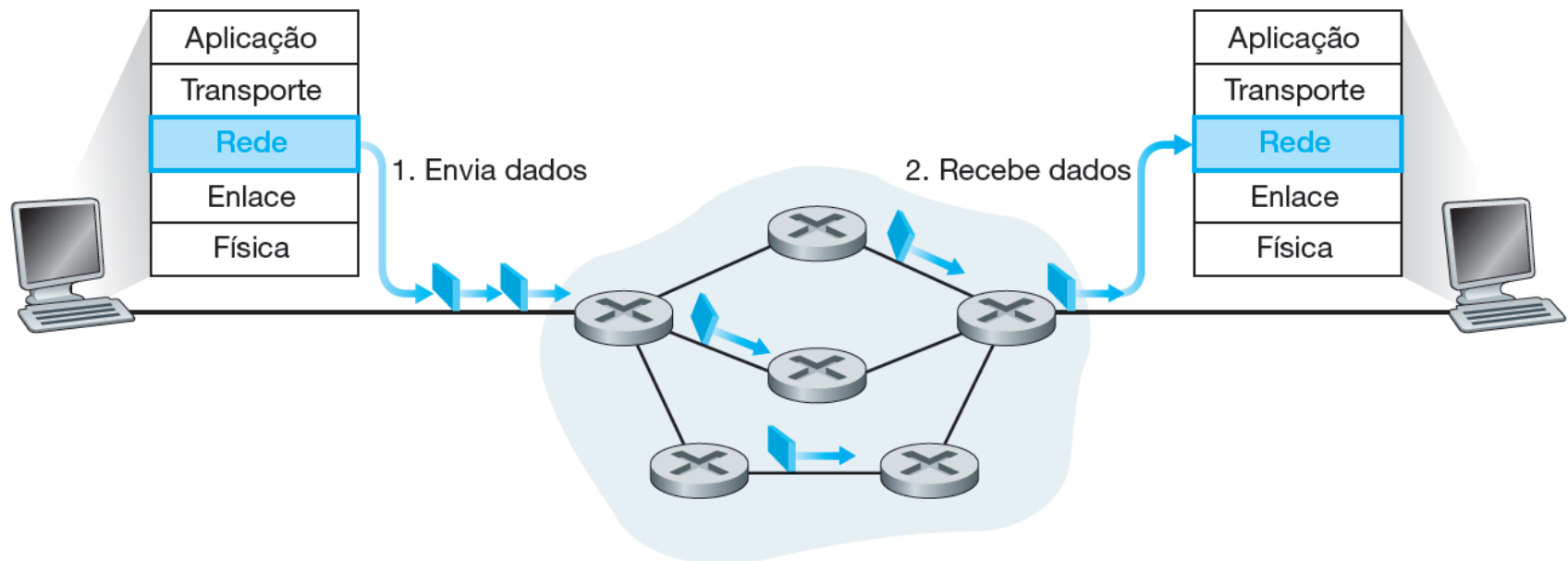
1. Estabelecimento de CV.
2. Transferência de dados.
3. Encerramento do CV.

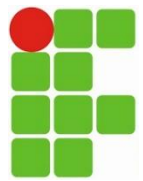




# Redes de circuitos virtuais

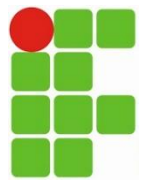
- Em uma rede de datagramas, toda vez que um sistema final quer enviar um pacote, ele marca o pacote com o endereço do sistema final de destino e então o envia para dentro da rede.





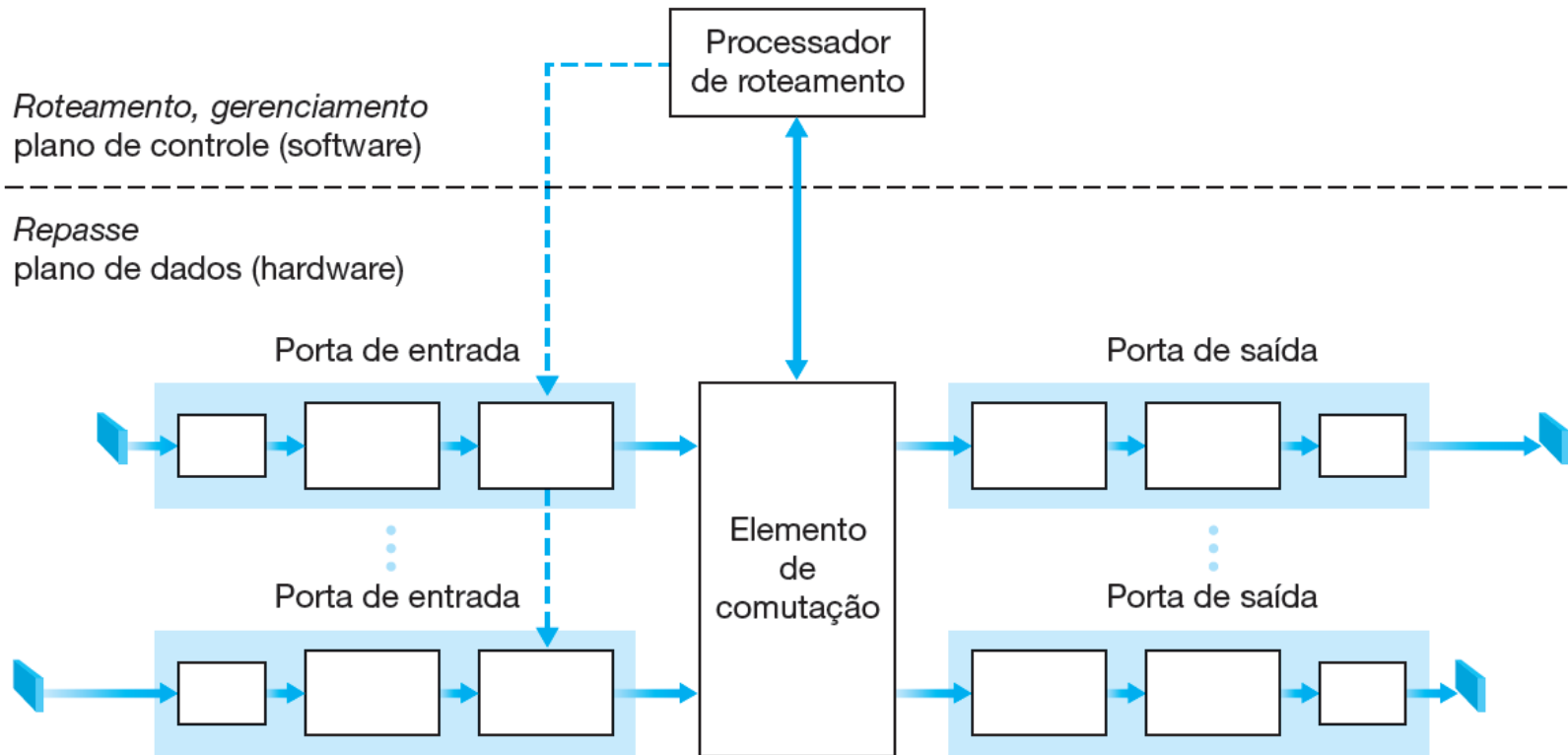
# Redes de circuitos virtuais

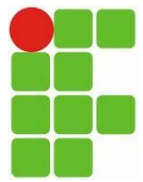
- Ao ser transmitido da origem ao destino, um pacote passa por uma série de roteadores.
- Cada um desses roteadores usa o endereço de destino do pacote para repassá-lo.
- Então, o roteador transmite o pacote para aquela interface de enlace de saída.
- A tabela de repasse de um roteador em uma rede de CVs é modificada sempre que é estabelecida uma nova conexão através do roteador ou sempre que uma conexão existente é desativada.



# O que há dentro de um roteador?

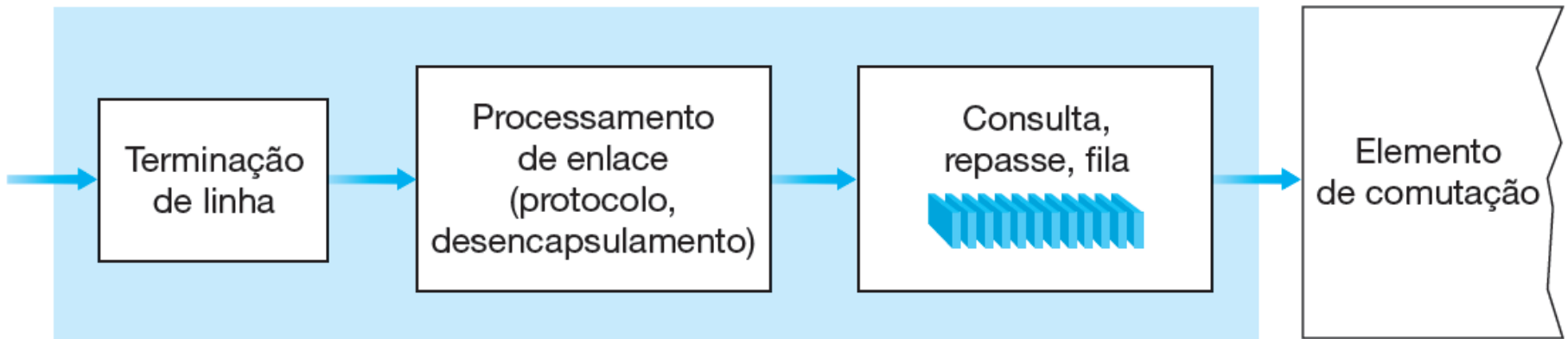
- Arquitetura de roteador



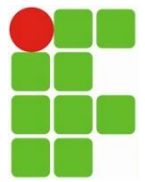


# Processamento de entrada

- Processamento na porta de entrada





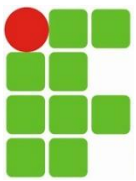


# Elemento de comutação

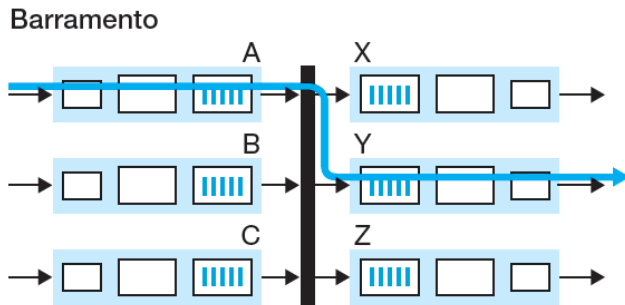
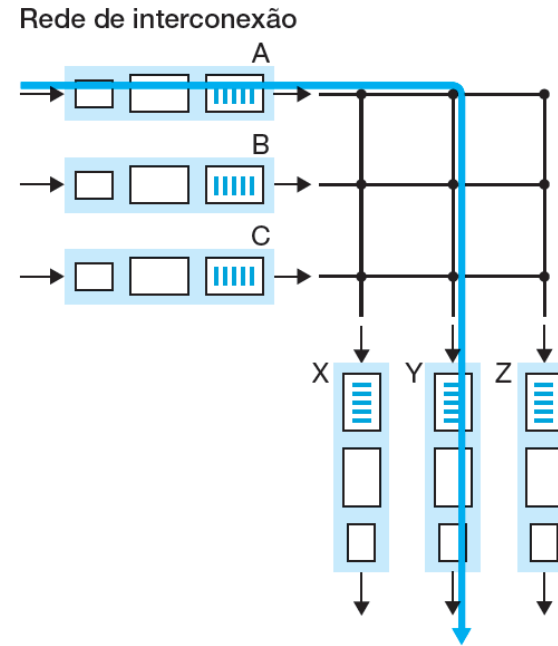
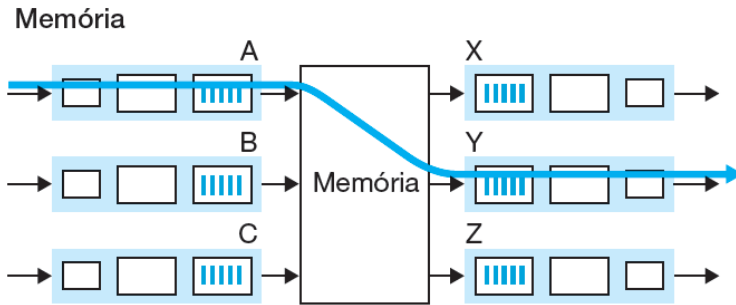
É por meio do elemento de comutação que os pacotes são comutados de uma porta de entrada para uma porta de saída.

A comutação pode ser realizada de inúmeras maneiras:

- Comutação por memória.
- Comutação por um barramento.
- Comutação por uma rede de interconexão.

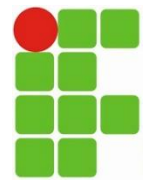


# Elemento de comutação



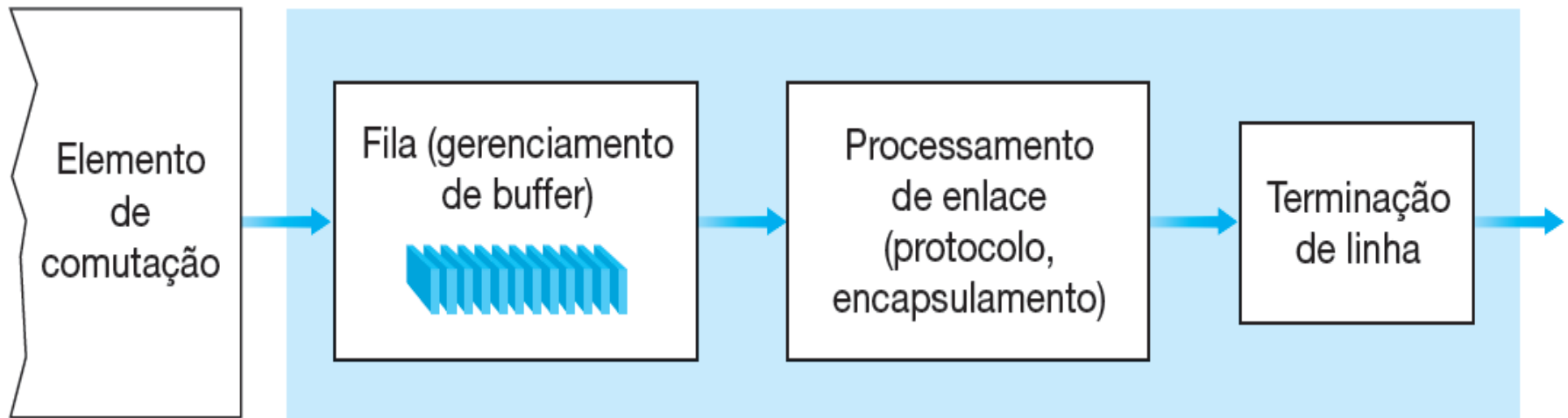
Legenda:

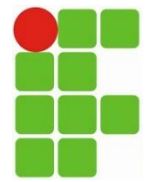
□ □ [hatched] Porta de entrada [hatched] □ □ Porta de saída



# Processamento de saída

- Processamento de porta de saída



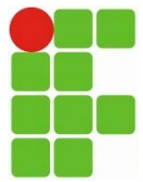


# Onde ocorre formação de fila?

Filas de pacotes podem se formar tanto nas portas de entrada como nas de saída.

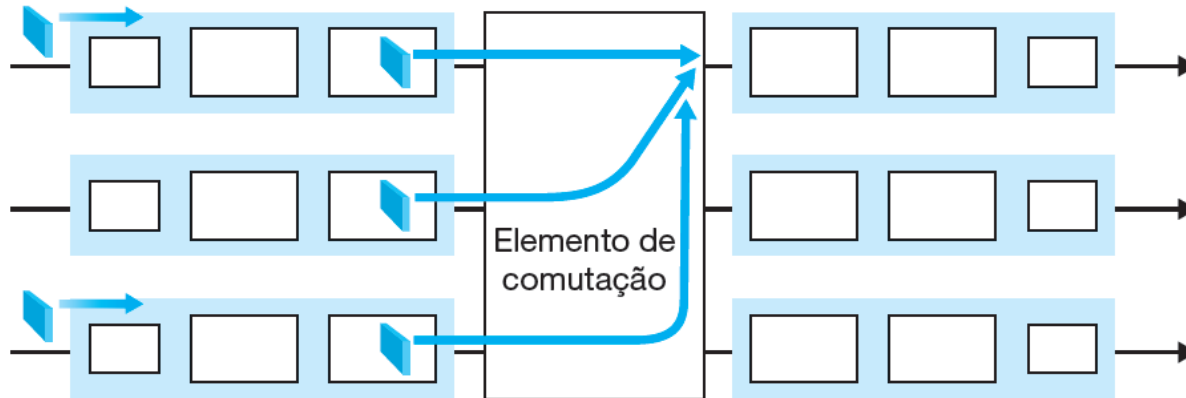
O local e a extensão da formação de fila dependerão:

- da carga de tráfego,
- da velocidade relativa do elemento de comutação e
- da taxa da linha.



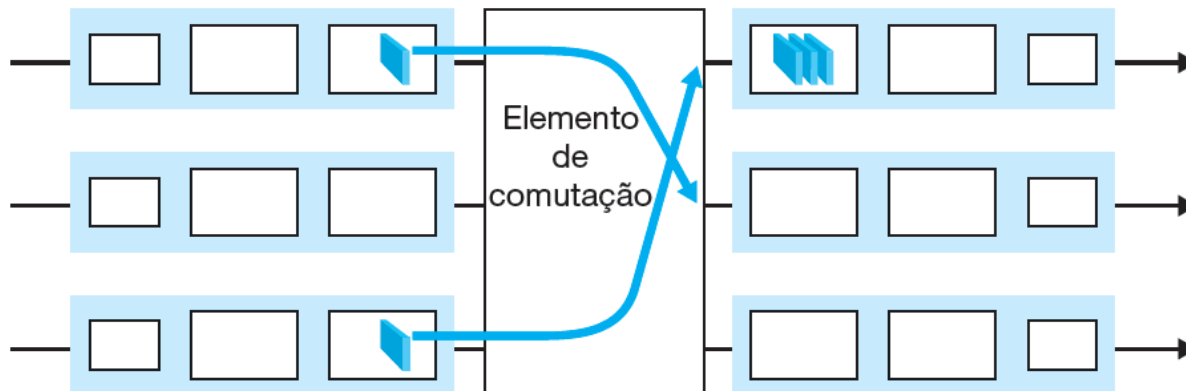
# Onde ocorre formação de fila?

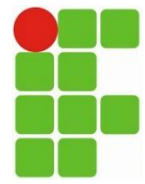
Disputa pela porta de saída no tempo  $t$



- Formação de fila na porta de saída

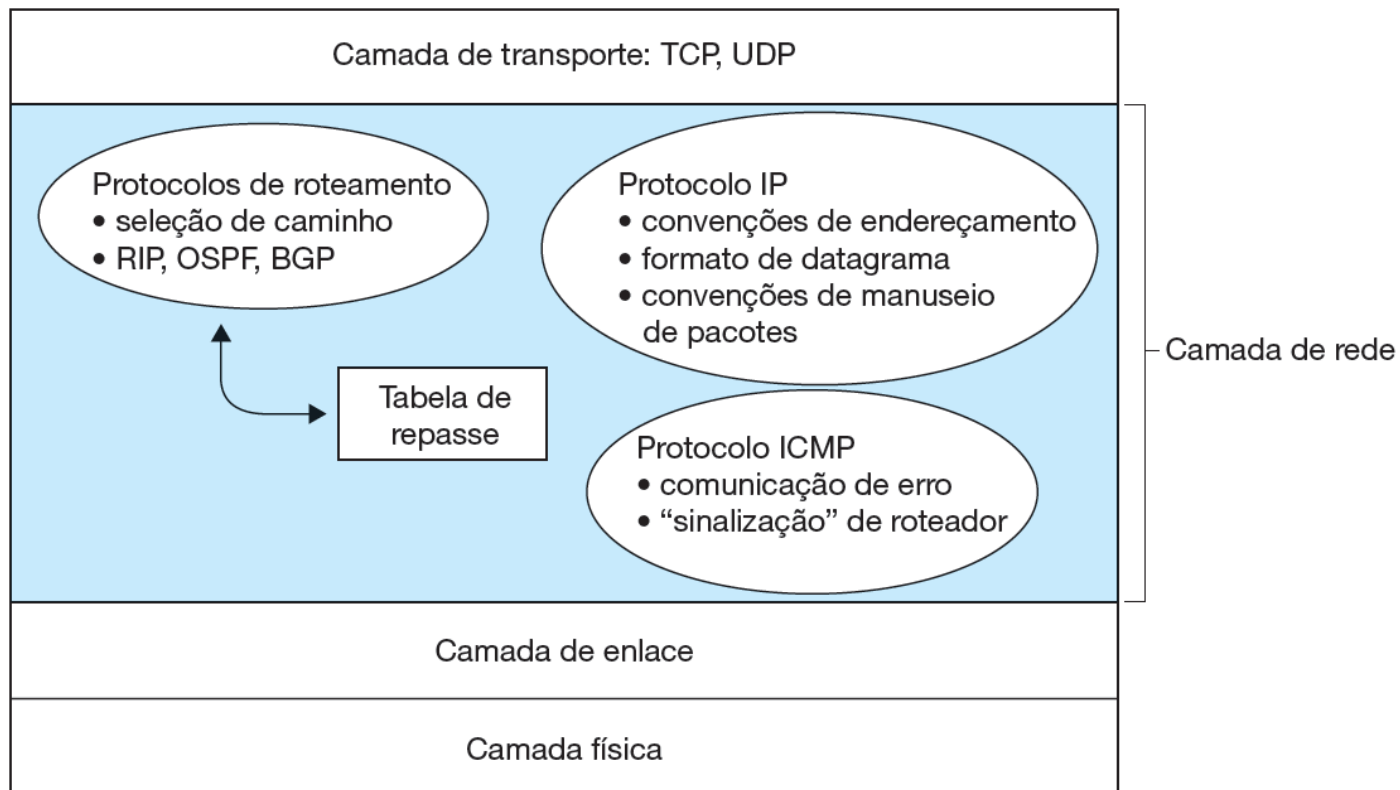
Um tempo de pacote mais tarde

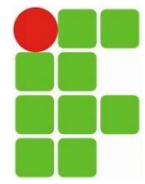




# O Protocolo da Internet (IP): repasse e endereçamento na Internet

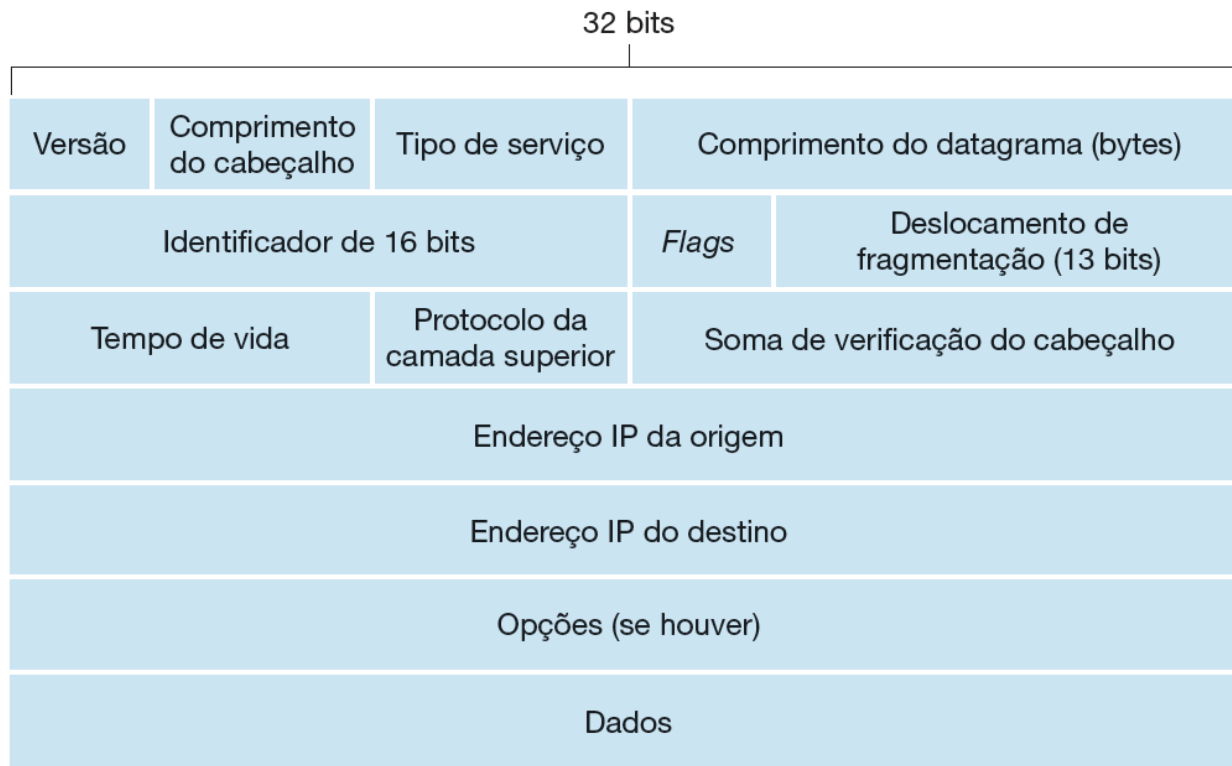
- Contemplando o interior da camada de rede da Internet

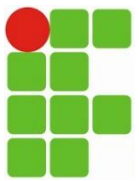




# Formato de datagrama

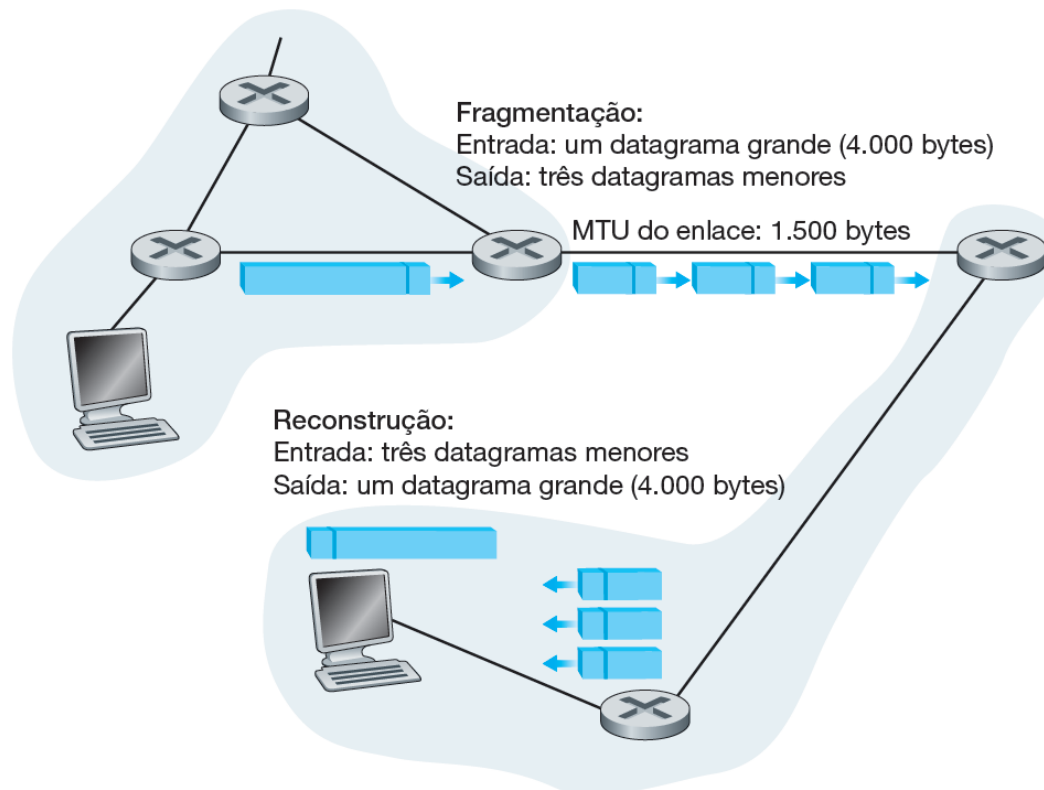
- Formato do datagrama IPv4



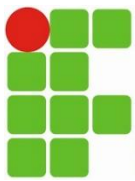


# Fragmentação do datagrama IP

- Fragmentação e reconstrução IP



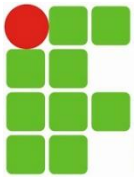




# Fragmentação do datagrama IP

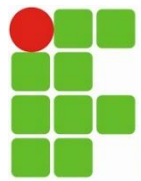
- Fragmentos IP

Fragmento	Bytes	ID	Deslocamento	Flag
1º fragmento	1.480 bytes no campo de dados do datagrama IP	identificação = 777	0 (o que significa que os dados devem ser inseridos a partir do byte 0)	1 (o que significa que há mais)
2º fragmento	1.480 bytes de dados	identificação = 777	185 (o que significa que os dados devem ser inseridos a partir do byte 1.480. Note que $185 \times 8 = 1.480$ )	1 (o que significa que há mais)
3º fragmento	1.020 bytes de dados (= $3.980 - 1.480 - 1.480$ )	identificação = 777	370 (o que significa que os dados devem ser inseridos a partir do byte 2.960. Note que $370 \times 8 = 2.960$ )	0 (o que significa que esse é o último fragmento)



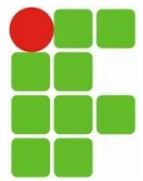
# Exercício

1. Defina camada de rede.
2. Quais são as funções mais importantes da camada de rede. Explique cada uma.
3. Qual a diferença entre rotear e repassar?
4. Qual a terceira função mais importantes na camada de rede em algumas arquiteturas, segundo Kurose?
5. Dê exemplos de:
  - a) Serviços para data gramas individuais.
  - b) Serviços para fluxo de data gramas.
6. Defina a expressão circuitos virtuais.
7. Em que consiste um circuito virtual?
8. Sobre a camada de rede, quais as funções na camada de rede do hospedeiro e roteador?
9. Explique:
  - a) Comutação por memória.
  - b) Comutação por um barramento.
  - c) Comutação por uma rede de interconexão.
10. Explique qual propósito de um cabeçalho, no caso do cabeçalho IP explique quais campos o compõe, assim como a funcionalidade de cada um.
11. Explique como acontece a fragmentação de um datagrama IP e como seria a fragmentação de um datagrama com tamanho 8.000 bytes.



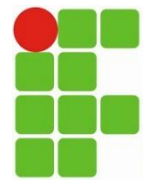
# Endereçamento IPv4





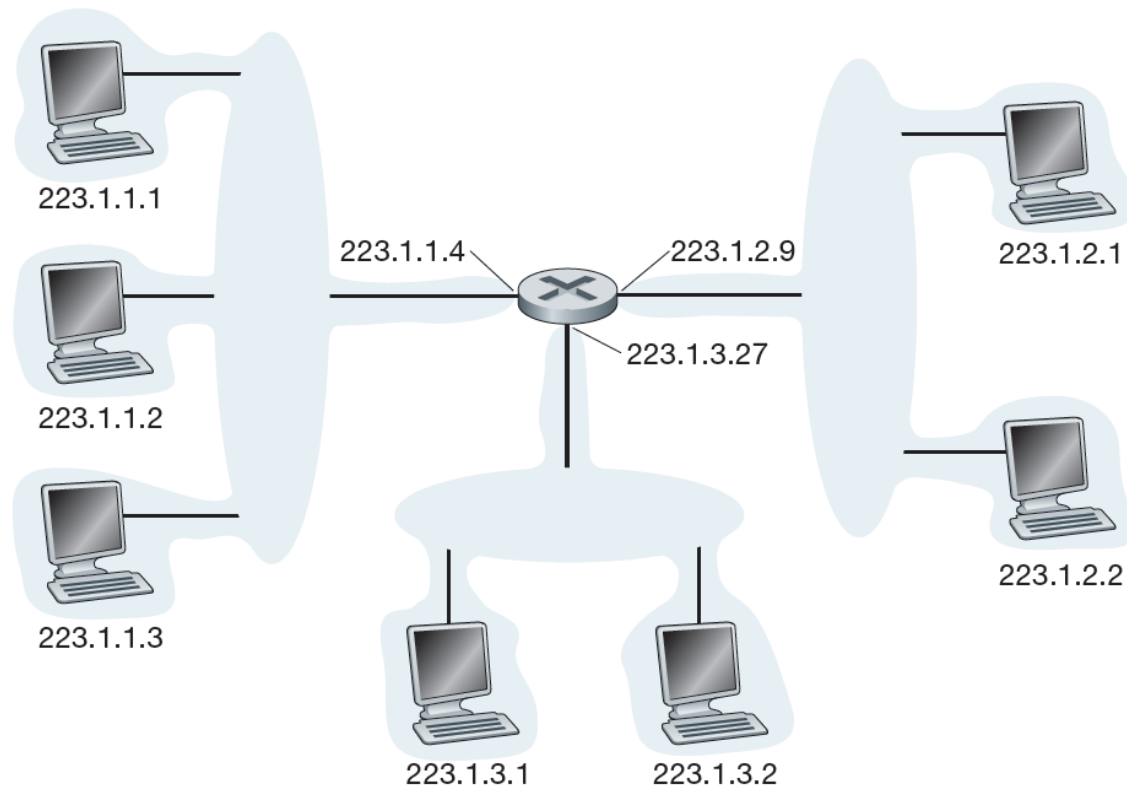
# Endereçamento IPv4

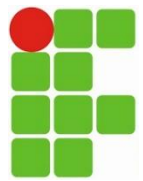
- Um endereço IP está tecnicamente associado com uma interface.
- Cada endereço IP tem comprimento de 32 bits (equivalente a 4 bytes).
- Portanto, há um total de  $2^{32}$  endereços IP possíveis.
- É fácil ver que há cerca de 4 bilhões de endereços IP possíveis.
- Esses endereços são escritos em **notação decimal separada por pontos**.



# Endereçamento IPv4

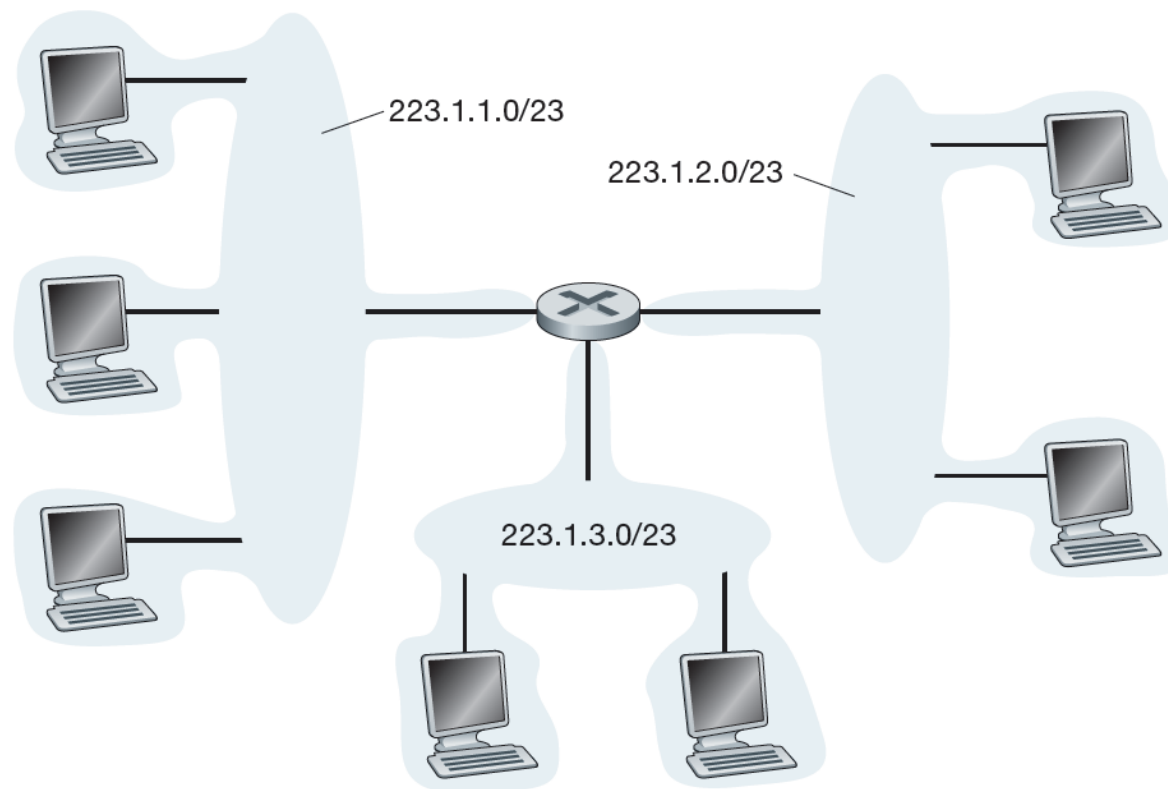
- Endereços de interfaces e sub-redes

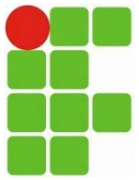




# Endereçamento IPv4

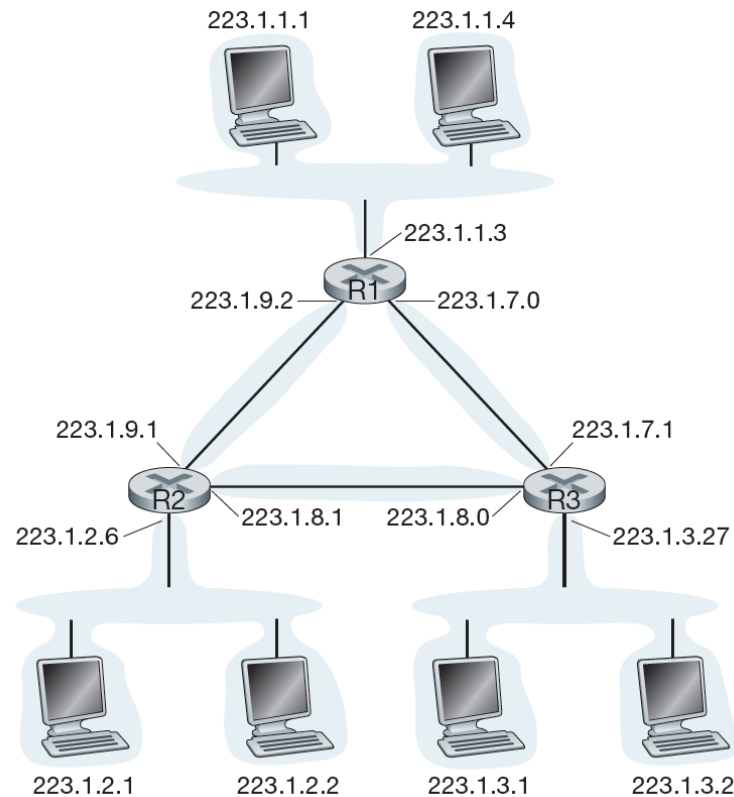
- Endereços de sub-redes

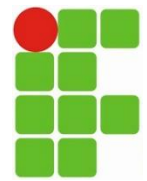




# Endereçamento IPv4

- Três roteadores interconectando seis sub-redes

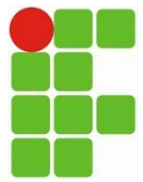




# Obtenção de um bloco de endereços

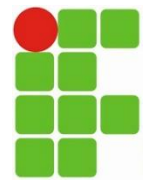
- Para obter um bloco de endereços IP para utilizar dentro da sub-rede de uma organização, um administrador de rede poderia:
  1. contatar seu ISP, que forneceria endereços a partir de um bloco maior de endereços que já estão alocados ao ISP.
  2. O ISP, por sua vez, dividiria seu bloco de endereços em oito blocos de endereços contíguos, do mesmo tamanho, e daria um deles a cada uma de um conjunto de oito organizações suportadas por ele (veja figura a seguir):



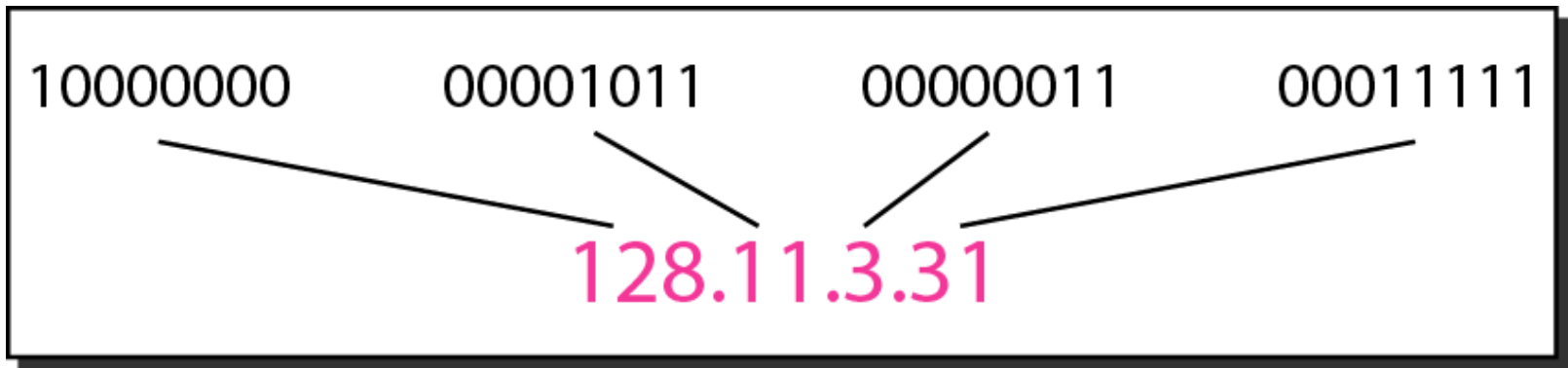


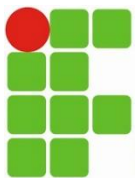
# Obtenção de um bloco de endereços

Bloco do ISP	200.23.16.0/20	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00010000</u>	00000000
Organização 0	200.23.16.0/23	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00010000</u>	00000000
Organização 1	200.23.18.0/23	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00010010</u>	00000000
Organização 2	200.23.20.0/23	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00010100</u>	00000000
...	...		...		
Organização 7	200.23.30.0/23	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00011110</u>	00000000



# Notação decimal pontuada e notação binária para um endereço IPv4





## *Exemplo*

**Alterar o seguinte endereço IPv4 de notação binária para notação decimal com pontos.**

a. 10000001 00001011 00001011 11101111

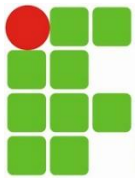
b. 11000001 10000011 00011011 11111111

## **Solução**

**Nós substituímos cada grupo de 8 bits com o seu número decimal equivalente (ver Apêndice B) e adicionar pontos para a separação.**

a. 129.11.11.239

b. 193.131.27.255



## *Exemplo*

Alterar o seguinte endereço IPv4 de notação decimal com pontos para a notação binária.

a. 111.56.45.78

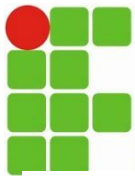
b. 221.34.7.82

### **Solução**

Nós substituir cada número decimal com seu equivalente binário (ver Apêndice B).

a. 01101111 00111000 00101101 01001110

b. 11011101 00100010 00000111 01010010



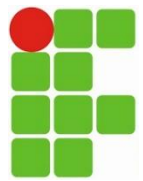
## *Exemplo*

Encontrar o erro, se houver, nos seguintes endereços IPv4.

- a. 111.56.045.78
- b. 221.34.7.8.20
- c. 75.45.301.14
- d. 11100010.23.14.67

### **Solução**

- a.** Não deve haver nenhuma zero à esquerda (045).
- b.** Não pode haver mais de quatro números.
- c.** Cada número deve ser menor ou igual a 255.
- d.** Uma mistura de notação binária e notação decimal com pontos não é permitido.



# Encontrando as classes nas notações binária e decimal pontuada

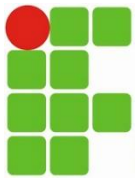
## Endereçamento com Classe

	First byte	Second byte	Third byte	Fourth byte
Class A	0			
Class B	10			
Class C	110			
Class D	1110			
Class E	1111			

a. Binary notation

	First byte	Second byte	Third byte	Fourth byte
Class A	0-127			
Class B	128-191			
Class C	192-223			
Class D	224-239			
Class E	240-255			

b. Dotted-decimal notation



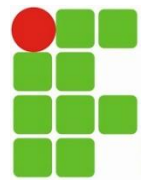
## *Exemplo*

Encontrar a classe de cada endereço.

- a. 11000001 10000011 00011011 11111111
- b. 14.23.120.8
- c. 252.5.15.111

## **Solução**

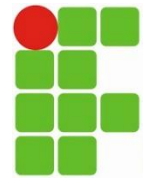
- a. Os 2 primeiros bits são 1, o terceiro bit é 0. Este é um endereço classe C.
- b. O primeiro byte é 14, é a classe A.
- c. O primeiro byte é 252; a classe é E.



# Netid e Hostid

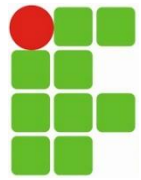
- No endereçamento com classes, um endereço IP na classe A, B ou C é dividido em netid e hostid.
- Essas partes são de comprimentos variáveis, dependendo da classe do endereço.
- Na classe A, um byte define o netid e três bytes definem o hostid.
- Na classe B, dois bytes definem o netid e dois bytes definem o hostid.
- Na classe C, três bytes definem o netid e um byte define o hostid.
- CIDR (Classless Interdomain Routing), a notação é usada no endereçamento sem classes, que discutiremos mais tarde.





# Máscara

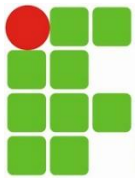
- Embora o comprimento do netid e hostid (em bits) seja predeterminado no endereçamento com classes, também podemos usar uma máscara (chamada de máscara-padrão), um número de 32 bits compostos de 1s contíguos por 0s contíguos.
- As máscaras para as classes A, B e C são mostradas na tabela 1. O conceito não se aplica às classes D e E.



# Máscara

**Tabela 1** *Mascara padrão para endereçamento com classes*

<i>Class</i>	<i>Binary</i>	<i>Dotted-Decimal</i>	<i>CIDR</i>
A	<b>11111111</b> 00000000 00000000 00000000	<b>255.0.0.0</b>	/8
B	<b>11111111 11111111</b> 00000000 00000000	<b>255.255.0.0</b>	/16
C	<b>11111111 11111111 11111111</b> 00000000	<b>255.255.255.0</b>	/24



# Endereçamento sem Classes

Para suplantarmos o esgotamento de endereços e oferecer acesso à internet a um número maior de organizações, o endereçamento sem classes foi desenvolvido e implementado. Nesse método, não existem classes, mas os endereços ainda são concebidos em blocos.

## **Blocos e Endereços:**

No endereçamento sem classes, quando uma entidade, pequena ou grande, precisa ser conectada à internet, lhe é concebido um bloco (intervalo) de endereços.

O tamanho do bloco (o número de endereços) varia de tamanho como base a natureza e o tamanho da entidade.

Por exemplo, um eletrodoméstico pode receber apenas dois endereços; uma grande organização, milhares de endereços. Um ISP pode receber milhares ou centenas de milhares de endereços com base no número de clientes que pretende atender.

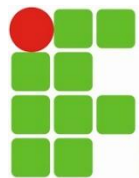


# Classless Inter-Domain Routing (CIDR).

A idéia básica por trás do **CIDR**, é alocar os endereços IP restantes em blocos de tamanho variável, **sem levar em consideração as classes**. Se um site precisar, digamos, de 2000 endereços, ele receberá um bloco de 2048 endereços. Como o endereçamento de sub-rede, o CIDR usa máscara de endereços de 32 bits para especificar o limite entre o que representa rede e o que representa hosts. Por exemplo voltando a organização que recebeu 2048 endereços, isto é possível começando com o endereço 128.211.168.0:

	<b>Decimal com ponto</b>	<b>Equivalente binário de 32 bits</b>
Endereço mais baixo	128.211.168.0	<b>10000000.11010011.10101000.00000000</b>
Endereço mais alto	128.211.175.255	<b>10000000.11010011.10101111.11111111</b>
Máscara de 21 bits		<b>11111111.11111111.11111000.00000000</b>

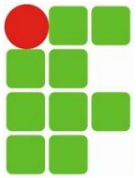
Como a identificação de um bloco CIDR exige um endereço e uma máscara, criou-se uma notação abreviada para expressar os dois itens. Denominada **notação CIDR**, mas conhecida informalmente como notação slash, a abreviação **representa o tamanho da máscara em decimal** e sua uma barra para separá-la do endereço. Assim, na notação CIDR, o bloco de endereço é expresso como:



# Classless Inter-Domain Routing (CIDR).

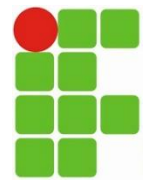
Notação CIDR	Decimal pontuada	Notação CIDR	Decimal pontuada
/1	128.0.0.0	/17	255.255.128.0
/2	192.0.0.0	/18	255.255.192.0
/3	224.0.0.0	/19	255.255.224.0
/4	240.0.0.0	/20	255.255.240.0
/5	248.0.0.0	/21	255.255.248.0
/6	252.0.0.0	/22	255.255.252.0
/7	254.0.0.0	/23	255.255.254.0
<b>/8</b>	<b>255.0.0.0</b>	<b>/24</b>	<b>255.255.255.0</b>
/9	255.128.0.0	/25	255.255.255.128
/10	255.192.0.0	/26	255.255.255.192
/11	255.224.0.0	/27	255.255.255.224
/12	255.240.0.0	/28	255.255.255.240
/13	255.248.0.0	/29	255.255.255.248
/14	255.252.0.0	/30	255.255.255.252
/15	255.254.0.0	/31	255.255.255.254
<b>/16</b>	<b>255.255.0.0</b>	<b>/32</b>	<b>255.255.255.255</b>

O endereçamento **classless**, que agora **é usado por toda a Internet**, trata os endereços IP como inteiros quaisquer, e permite que um administrador de rede particione endereços em blocos contíguos, nos quais o número de endereços em um bloco é uma potência de dois.



# Definindo sub-redes “de cabeça”

- **Conversão Binário para decimal (Método 1)**
- Podemos simplesmente representar o número binário 1100 0111 da seguinte forma:  
Cálculo das potências:  $1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$   
Soma dos resultados:  $128 + 64 + 0 + 0 + 0 + 4 + 2 + 1 = 199$
- Note que realizamos o cálculo das potências e no final somamos os resultados onde obtivemos o valor 199.  
Suponhamos então que seja dado o seguinte endereço IP em modo binário e vamos convertê-lo para decimal.
- **1100 0111 0000 0001 0000 0001 0110 0100**
- **1100 0111**  $\rightarrow 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 199$
- **0000 0001**  $\rightarrow 0 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 1$
- **0000 0001**  $\rightarrow 0 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 1$
- **0110 0100**  $\rightarrow 0 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 100$
- Do cálculo acima tiramos o seguinte endereço IP: **199.1.1.100**



# Definindo sub-redes “de cabeça”

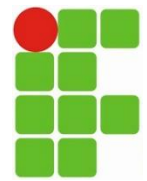
## Conversão Binário para decimal (Método 2)

$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	0	0	1	1	1

- Utilizando a tabela acima, suponhamos que você tenha recebido o número binário **1100 0111** e precisa convertê-lo para decimal.
- Vamos fazer o cálculo para obtenção do valor do primeiro octeto:  $128 + 64 + 4 + 2 + 1 = \mathbf{199}$

Note que com a utilização da tabela acima, apenas distribuimos cada bit de cada octeto, e somamos os resultados das potências apresentado na segunda linha. O segredo desta tabela é apenas realizar a soma dos bits positivos ou seja “1” e desconsidere os bits “0”.

Fazendo isso para os quatro octetos binários obteremos o mesmo resultado apresentado no método 1. **199.1.1.100**.



# Definindo sub-redes “de cabeça”

Dados os endereços e máscara de rede a seguir, determine a que sub-rede ele pertence, qual o intervalo válido de hosts e qual o endereço de broadcast?

192.168.1.0 = Endereço de Rede

255.255.255.224 = Máscara de Rede

**11111111.11111111.11111111.11100000**

Como utilizamos /27 bits para rede e 5 bits para hosts, temos  $2^5 = 32$  (cada sub rede)

Ou então:

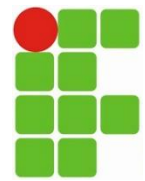
Solução:

$256 - 224 = 32$

Qual endereço de broadcasts e rede para cada sub-rede?

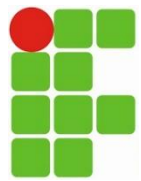
Qual quantidade de hosts de cada sub-rede?





# Definindo sub-redes “de cabeça”

- | <b>Subnet</b> | <b>Valid Hosts</b>               | <b>Broadcast</b> |
|---------------|----------------------------------|------------------|
| 192.168.1.0   | , 192.168.1.1 to 192.168.1.30    | , 192.168.1.31   |
| 192.168.1.32  | , 192.168.1.33 to 192.168.1.62   | , 192.168.1.63   |
| 192.168.1.64  | , 192.168.1.65 to 192.168.1.94   | , 192.168.1.95   |
| 192.168.1.96  | , 192.168.1.97 to 192.168.1.126  | , 192.168.1.127  |
| 192.168.1.128 | , 192.168.1.129 to 192.168.1.158 | , 192.168.1.159  |
| 192.168.1.160 | , 192.168.1.161 to 192.168.1.190 | , 192.168.1.191  |
| 192.168.1.192 | , 192.168.1.193 to 192.168.1.222 | , 192.168.1.223  |
| 192.168.1.224 | , 192.168.1.225 to 192.168.1.254 | , 192.168.1.255  |



# Definindo sub-redes “de cabeça”

Dados o endereço e máscara , determine quantos hosts essa rede pode ter e quantas sub-redes, qual o intervalo válido de hosts e qual o endereço de broadcast?

10.0.0.0/22

Solução: ????

255.255.252.0 = Máscara de Rede

/22 = CIRD

**11111111.11111111.11111100.00000000**

**10.0.0.0 (Rede)**

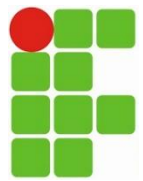
**10.0.0.1-255**

**10.0.1.1-255**

**10.0.2.1-255**

**10.0.3.1-254**

**10.0.3.255 (Broadcast)**



# Definindo sub-redes “de cabeça”

Dado o endereço, qual máscara podemos utilizar para subdividir essa rede em duas, qual o intervalo válido de hosts e qual o endereço de broadcast?

192.168.0.1/25 = Endereço de Rede

Solução: ????

255.255.255.128 = Máscara de Rede

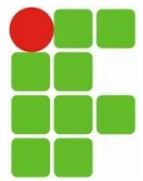
/25 = CIRD

**11111111.11111111.11111111.10000000**

**REDE 1 – 192.168.0.0 até 127 – 2 = 125**

**REDE 2 – 192.168.1.128 até 255 – 2 = 125**

O intervalo válido de hosts para rede 1, então seria 192.168.1.1 a 192.168.1.126 e para rede 192.168.1.129 a 192.168.1.254.



# Definindo sub-redes “de cabeça”

Operação AND para determinar o endereço de rede.

1 AND 1 = 1

0 AND 1 = 0

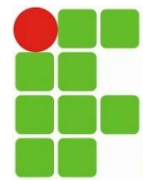
0 AND 0 = 0

0 AND 0 = 0

Exemplo: Usando a operação AND para determinar o endereço de rede (em formatos binário e decimal)

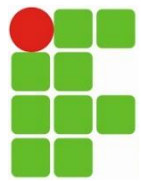
Resolva o Exercício :  
Convertendo IPv4  
Endereços para  
Binário.pdf

Endereço do host	10	143	184	37
Máscara de sub-rede	255	255	255	0
Host IP em binário	00001010	10001111	10111000	00100101
Máscara de sub-rede em binário	11111111	11111111	11111111	00000000
Endereço de rede em binário	<b>00001010</b>	<b>10001111</b>	<b>10111000</b>	<b>00000000</b>
Endereço de rede em decimal	<b>10</b>	<b>143</b>	<b>184</b>	<b>0</b>



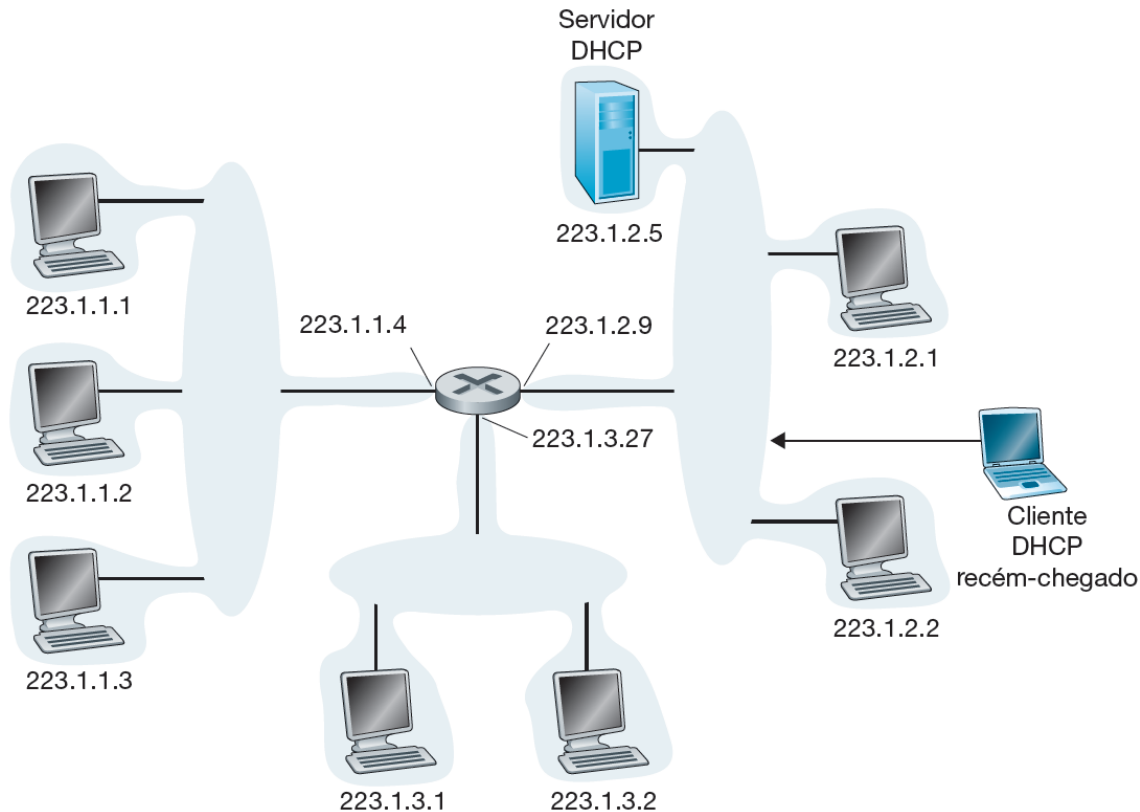
# Obtenção de um endereço de hospedeiro: o Protocolo de Configuração Dinâmica de Hospedeiros (DHCP)

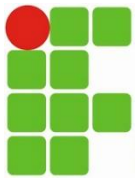
- O DHCP permite que um hospedeiro obtenha (seja alocado a) um endereço IP de maneira automática.
- O DHCP é em geral denominado um **protocolo *plug and play***.
- O protocolo DHCP é um processo de quatro etapas:
  1. Descoberta do servidor DHCP.
  2. Oferta(s) dos servidores DHCP.
  3. Solicitação DHCP.
  4. DHCP ACK.



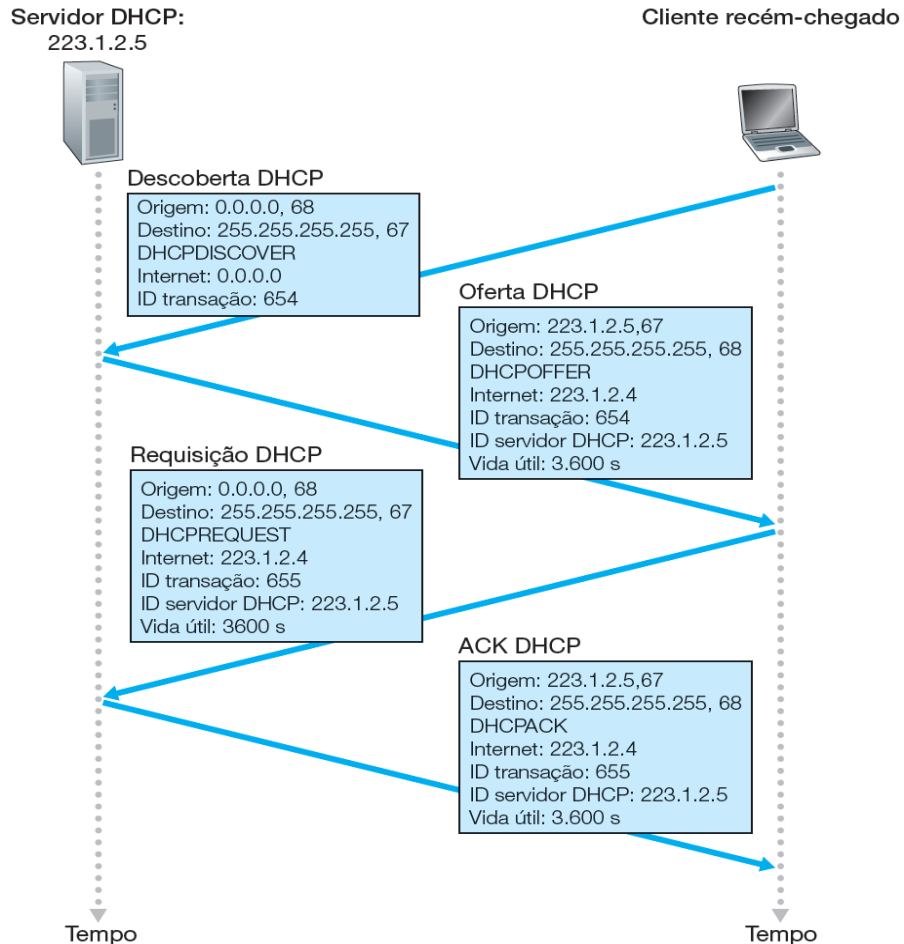
# Obtenção de um endereço de hospedeiro: o Protocolo de Configuração Dinâmica de Hospedeiros (DHCP)

- Cenário cliente-servidor DHCP

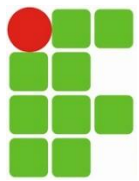




# Obtenção de um endereço de hospedeiro: o Protocolo de Configuração Dinâmica de Hospedeiros (DHCP)

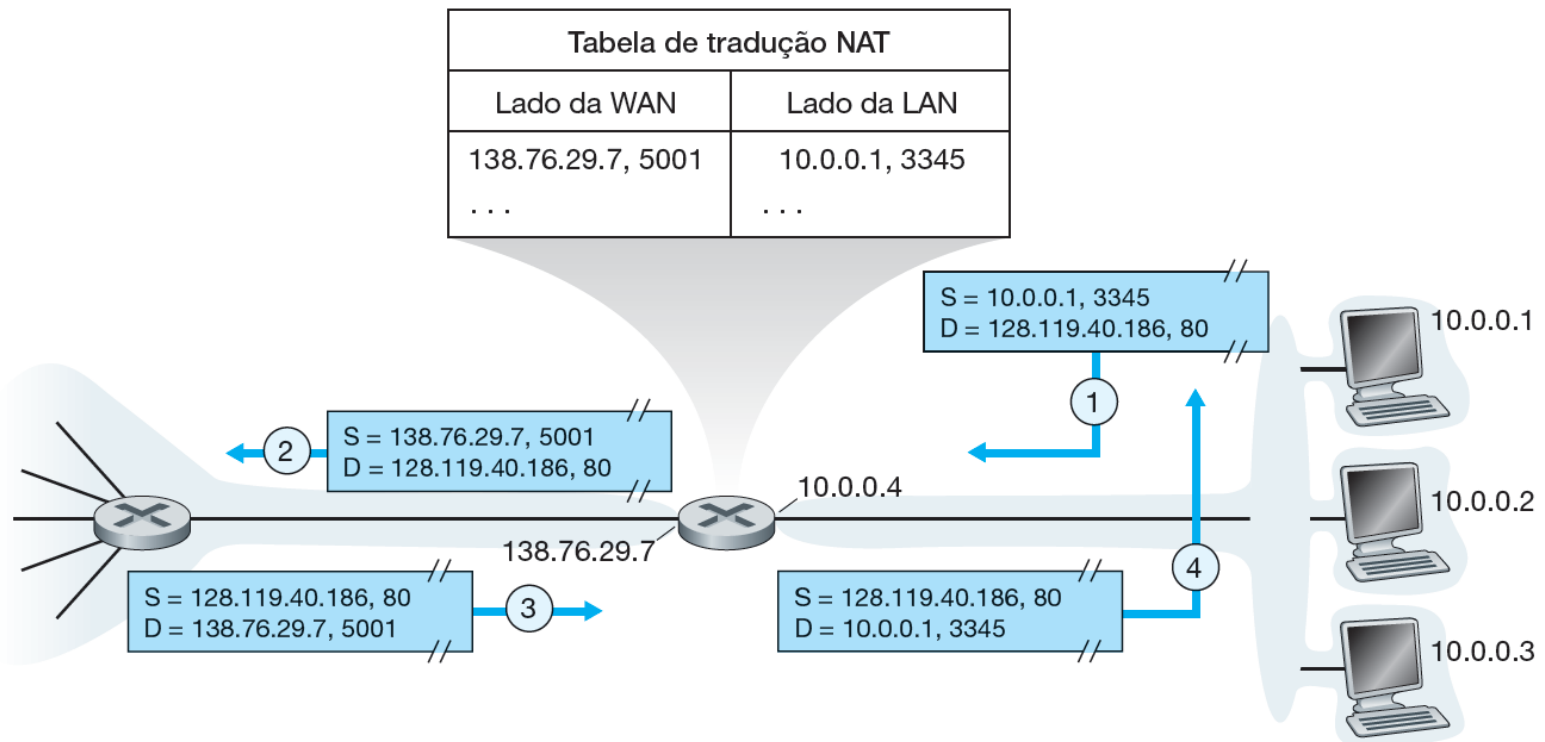


- Interação cliente-servidor DHCP

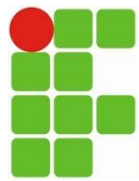


# Tradução de endereços na rede (NAT)

- Tradução de endereços de rede (S = Origem, D = Destino)

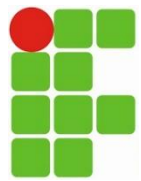






# Protocolo de Mensagens de Controle da Internet (ICMP)

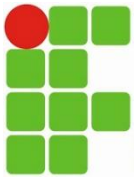
- O ICMP é usado por hospedeiros e roteadores para comunicar informações de camada de rede entre si.
- A utilização mais comum do ICMP é para comunicação de erros.
- Mensagens ICMP têm um campo de tipo e um campo de código.
- O conhecido programa ping envia uma mensagem ICMP do tipo 8 código 0 para o hospedeiro especificado.
- Alguns tipos de mensagens ICMP selecionadas são mostrados a seguir.



# Protocolo de Mensagens de Controle da Internet (ICMP)

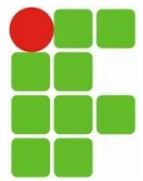
- Tipos de mensagens ICMP

Tipo ICMP	Código	Descrição
0	0	resposta de eco (para <i>ping</i> )
3	0	rede de destino inalcançável
3	1	hospedeiro de destino inalcançável
3	2	protocolo de destino inalcançável
3	3	porta de destino inalcançável
3	6	rede de destino desconhecida
3	7	hospedeiro de destino desconhecido
4	0	repressão da origem (controle de congestionamento)
8	0	solicitação de eco
9	0	anúncio do roteador
10	0	descoberta do roteador
11	0	TTL expirado
12	0	cabeçalho IP inválido



# Protocollo: IPv6





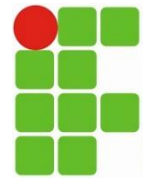
# Por que utilizar IPv6 hoje?

A Internet continua crescendo no Mundo

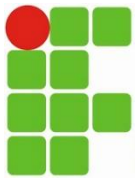
- 1.966.514.816 usuários de Internet;
- 28,7% da população;
- Crescimento de 444,8% nos últimos 10 anos.
- Em 2014, soma de celulares, smartphones, netbooks e modems 3G deve chegar a 2,25 bilhões de aparelhos.

No Brasil

- 27% de domicílios com acesso à Internet;
- 3,5 milhões de conexões em banda larga móvel;
- 11 milhões de conexões em banda larga fixa.



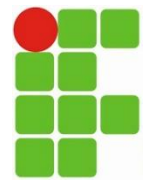
# Cabeçalho IPv6



# Cabeçalho Ipv4

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)				

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.



# Cabeçalho Ipv6

## **Mais simples**

40 Bytes (tamanho fixo).

Apenas duas vezes maior que o da versão anterior.

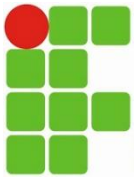
## **Mais flexível**

Extensão por meio de cabeçalhos adicionais.

## **Mais eficiente**

Minimiza o *overhead* nos cabeçalhos.

Reduz o custo do processamento dos pacotes.



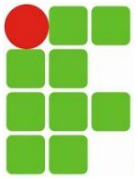
# Cabeçalho Ipv4

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.



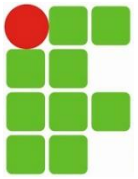


# Cabeçalho Ipv4

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.

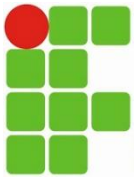


# Cabeçalho Ipv4

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 Ipv4

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.



# Endereçamento IPv6



# Endereçamento

- Um endereço IPv4 é formado por 32 bits.

$$2^{32} = 4.294.967.296$$

- Um endereço IPv6 é formado por 128 bits.

$$2^{128} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$$

~ 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.



# 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    2 Bytes    2 Bytes    2 Bytes    2 Bytes    2 Bytes    2 Bytes    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)



# Endereçamento

Representação dos Prefixos

Como o CIDR (IPv4)

“endereço-IPv6/tamanho do prefixo”

Exemplo:

Prefixo **2001:db8:3003:2::/64**

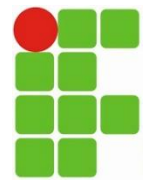
Prefixo global **2001:db8::/32**

ID da sub-rede **3003:2**

.URL

•[http://\[2001:12ff:0:4::22\]/index.html](http://[2001:12ff:0:4::22]/index.html)

•[http://\[2001:12ff:0:4::22\]:8080](http://[2001:12ff:0:4::22]:8080)



# Endereçamento

Existem no IPv6 três tipos de endereços definidos:

- **Unicast** → Identificação Individual
- **Anycast** → Identificação Seletiva
- **Multicast** → Identificação em Grupo

Não existe mais **Broadcast**.

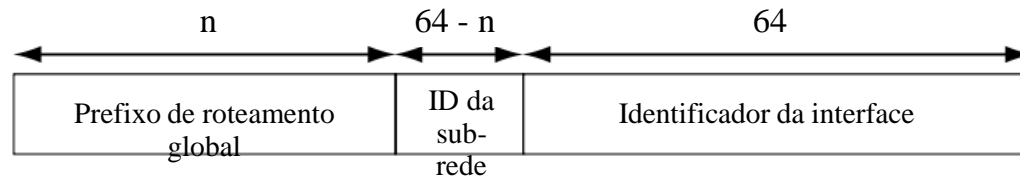




# Endereçamento

## *Unicast*

### *.Global Unicast*



•  $2000::/3$

• Globalmente roteável (similar aos endereços públicos IPv4);

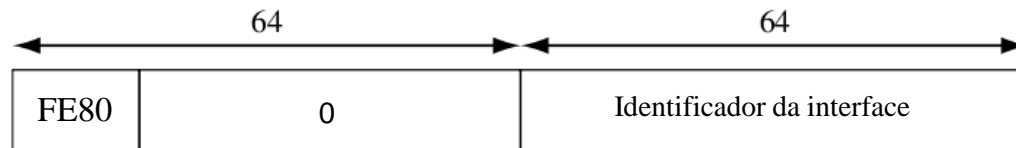
• 13% do total de endereços possíveis;

•  $2^{(45)} = 35.184.372.088.832$  redes /48 distintas.

# Endereçamento

## *Unicast*

### *.Link local*



•FE80::/64

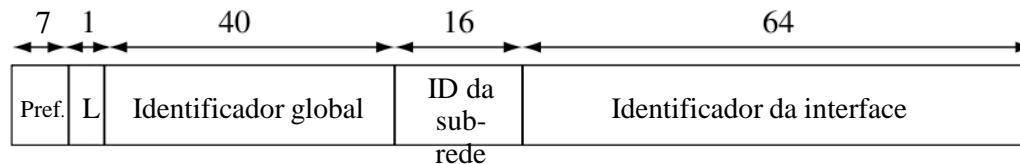
•Deve ser utilizado apenas localmente;

•Atribuído automaticamente (autoconfiguração *stateless*);

# Endereçamento

## *Unicast*

### *.Unique local*



### •FC00::/7

- Prefixo globalmente único (com alta probabilidade de ser único); Utilizado apenas na comunicação dentro de um enlace ou entre um conjunto limitado de enlaces;
- Não é esperado que seja roteado na Internet.
- Equivalente aos ips privado do IPV4



# Endereçamento

## *Anycast*

Identifica um grupo de interfaces

Entrega o pacote apenas para a interface mais perto da origem.

- Atribuídos a partir de endereços *unicast* (são sintaticamente iguais).
- Possíveis utilizações:

Descobrir serviços na rede (DNS, *proxy* HTTP, etc.);

Balanceamento de carga;

Localizar roteadores que forneçam acesso a uma determinada sub-rede;

Utilizado em redes com suporte a mobilidade IPv6, para localizar os Agentes de Origem...

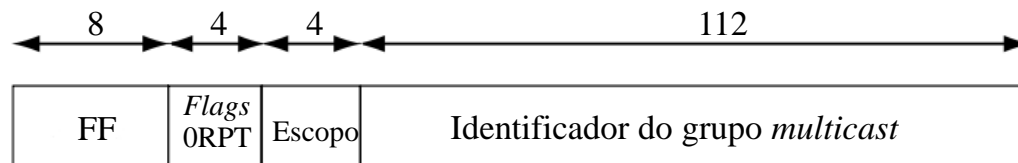
- *Subnet-Router*



# Endereçamento

## *Multicast*

- .Identifica um grupo de interfaces.
- .O suporte a *multicast* é obrigatório em todos os nós IPv6.
- .O endereço *multicast* deriva do bloco **FF00::/8**.
- .O prefixo **FF** é seguido de quatro bits utilizados como *flags* e mais quatro bits que definem o escopo do endereço *multicast*. Os 112 bits restantes são utilizados para identificar o grupo *multicast*.





# Endereçamento

- . Do mesmo modo que no IPv4, os endereços IPv6 são atribuídos a interfaces físicas e não aos nós.
- . Com o IPv6 é possível atribuir a uma única interface múltiplos endereços, independentemente do seu tipo.
- . Com isso, um nó pode ser identificado através de qualquer endereço de sua interfaces.

.Loopback **::1**

.Link Local **FE80:....**

.Unique local **FD07:....**

.Global **2001:....**

.Multicast **ff00::/8**

.ff02::1 – todos os hosts

.ff01::1:ffnn-nnnn – host solicitado

.Não especificado **::**

.Documentação **2001:0db8::/32**

A RFC 3484 determina o algoritmo para seleção dos endereços de origem e destino.



# Recomendações

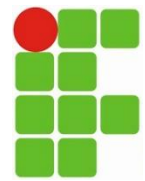
O NIC.br recomenda utilizar:

**/64 a /56 para usuários domésticos:** Para usuários móveis pode-se utilizar /64, pois normalmente apenas uma rede é suficiente. Para usuários residenciais recomenda-se redes maiores. Se o provedor optar por, num primeiro momento, oferecer apenas /64 para usuários residenciais, ainda assim recomenda-se que no plano de numeração se reserve um /56.

**/48 para usuários corporativos.** Empresas muito grandes podem receber mais de um bloco /48.

Para planejar a rede é preciso considerar que para cada rede física ou VLAN com IPv6 é preciso reservar um /64. Esse é o tamanho padrão e algumas funcionalidades, como a autoconfiguração dependem dele. É preciso considerar também a necessidade de expansão futura, assim como a necessidade de agregação nos protocolos de roteamento.

A RFC 3484 determina o algoritmo para seleção dos endereços de origem e destino.



# Transição de IPv4 para IPv6

*Devido ao grande número de sistemas na Internet, a transição do IPv4 para o IPv6 não pode acontecer de repente. É preciso uma quantidade considerável de tempo antes de cada sistema na Internet pode passar do IPv4 para o IPv6. A transição deve ser suave para evitar quaisquer problemas entre IPv4 e IPv6 sistemas.*

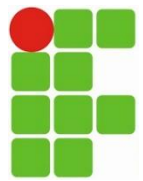
*Topics discussed in this section:*

**Pilha Dupla**

**Tunelamento**

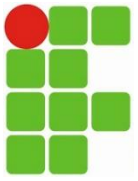
**Tradução**



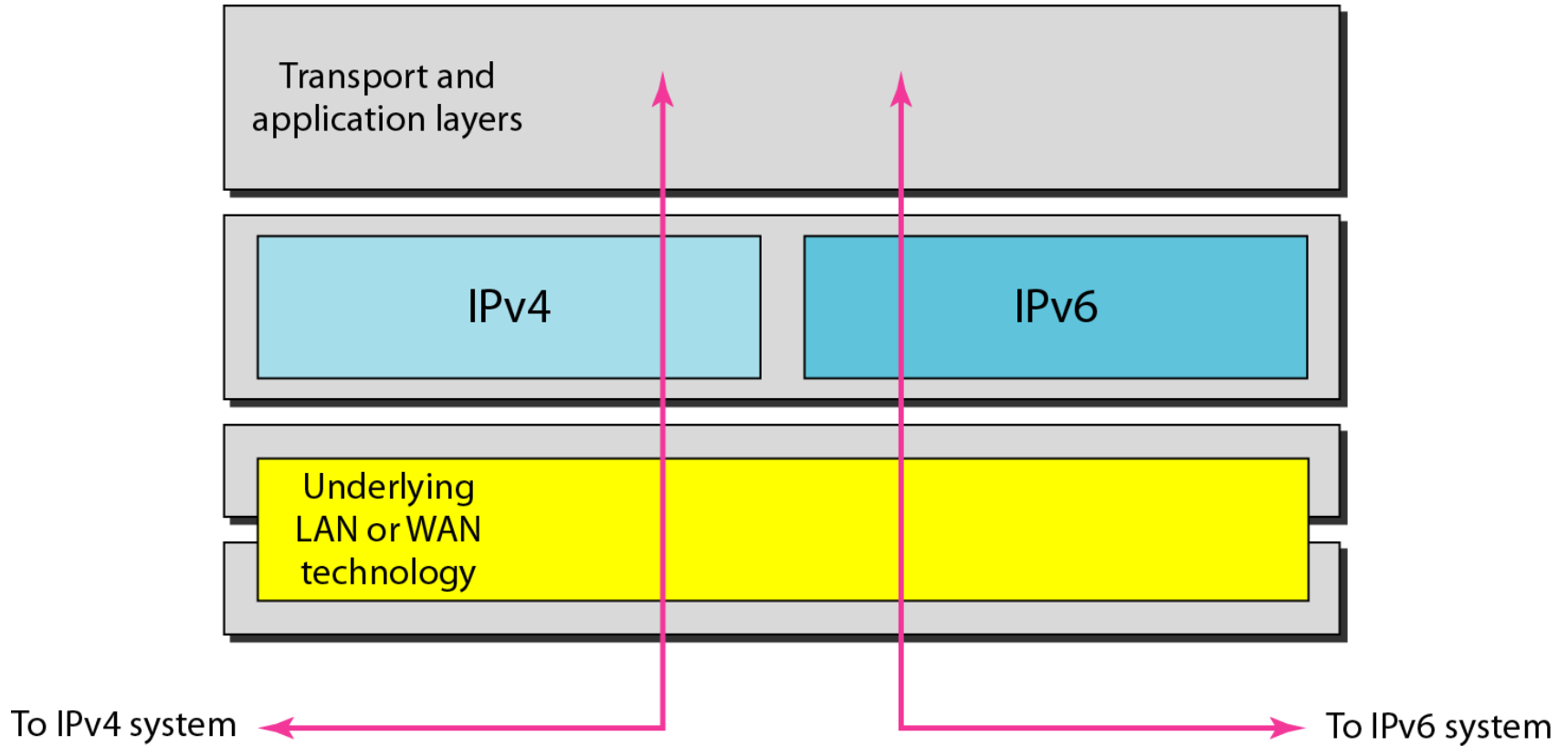


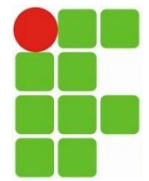
# Pilha Dupla

- Com esse mecanismo, nodos IPv6 devem ter as duas pilhas TCP/IP internamente, a pilha da versão 6 e a da versão 4.
- Através da versão do protocolo, se decide qual pilha processará o datagrama.
- Esse mecanismo permite que nodos já atualizados com
- IPv6 se comuniquem com nodos IPv4, e realizem roteamento de pacotes de nodos que usem somente IPv4 .
- Os nodos com dual-stack usam o "mesmo" endereço para ambos os pacotes - sejam IPv4 ou IPv6.



# Pilha Dupla





# Tunelamento

- Esse mecanismo consiste em transmitir um datagrama IPv6 como parte de dados de um datagrama IPv4, a fim de que dois nodos IPv6 possam comunicar-se através de uma rede que só suporte IPv4.
- A rede IPv4 é vista como um túnel, e o endereço IPv4 do nodo final deste túnel consta como destino do datagrama.
- Neste nodo o pacote IPv6 volta a trafegar normalmente a seu destino. Esse nodo final, portanto, deve ter a pilha que suporte IPv6.

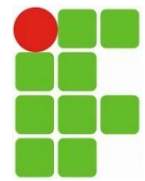
Exemplos:

6to4

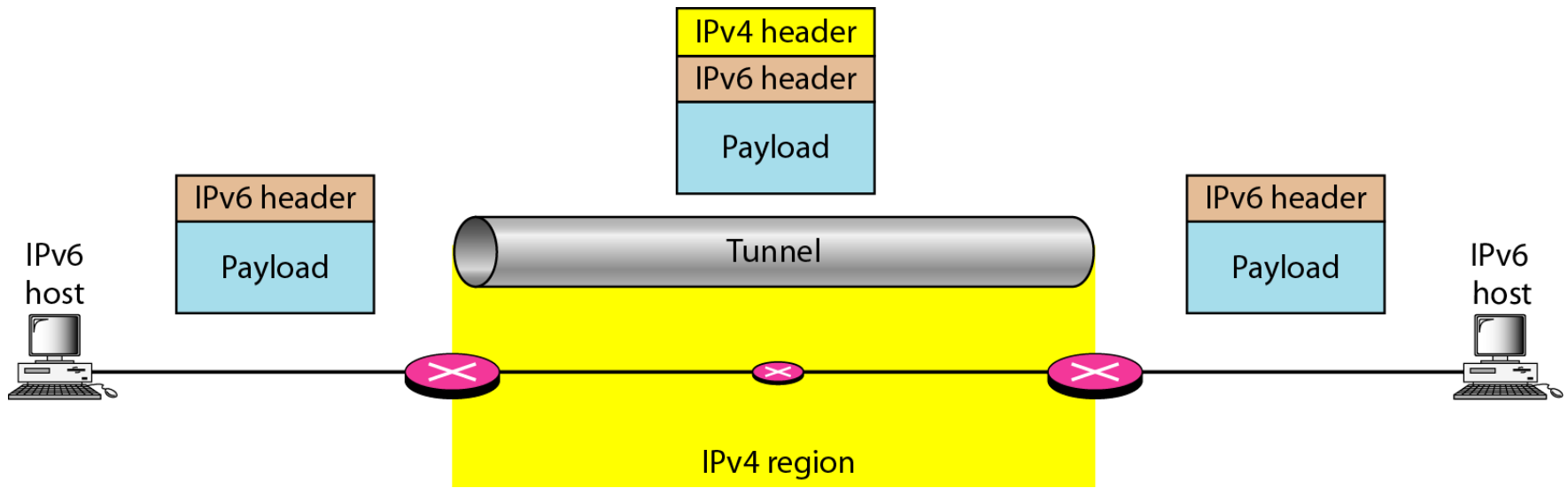
Tunnel Broker

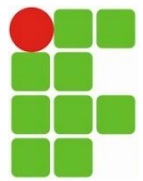
Teredo

ISATAP



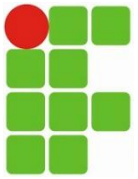
# Tunelamento



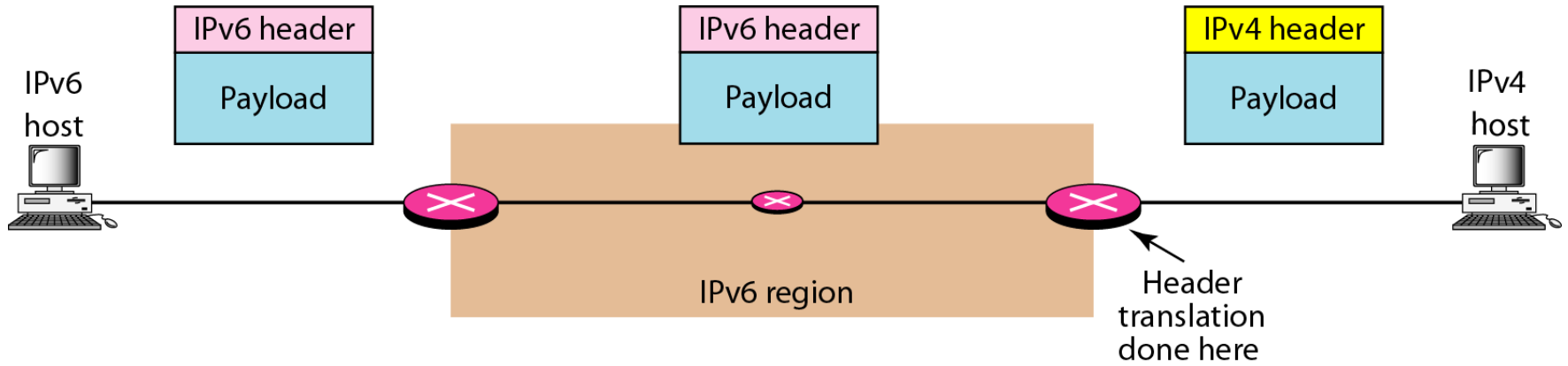


# Tradução

- Permite a comunicação entre nodos com suporte apenas a IPv6 com nodos que suportam apenas IPv4.
- As técnicas de tradução possibilitam um roteamento transparente na comunicação entre nós que apresentem suporte apenas a uma versão do protocolo IP, ou utilizem pilha dupla.
- Estes mecanismos podem atuar de diversas formas e em camadas distintas, traduzindo cabeçalhos IPv4 em cabeçalhos IPv6 e vice-versa, realizando conversões de endereços, de APIs de programação, ou atuando na troca de tráfego TCP ou UDP.

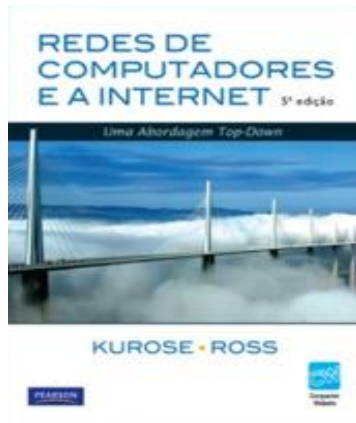


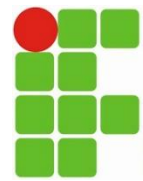
# Tradução



# Referências

- FOROUZAN, Behrouz A.; Comunicação de dados e redes de computadores. São Paulo. SP, 4ª Ed. Bookman, 2007.
- KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. Redes de Computadores e a Internet. 5 ed. Addison-Wesley: 2006
- <http://ipv6.br> > Acessado em 26/09/2012





# Referências Bibliográficas

1. KUROSE, J. F.; ROSS, K. W.; **Redes de computadores e a internet: uma abordagem Top-down**. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2013.
2. FOROUZAN, B. A.; MOSHARRAF, F.: **Redes de computadores: uma Abordagem Top-down**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
3. TANENBAUM, ANDREW S.; **Redes de Computadores - 5ª Ed**. São Paulo: Pearson Education, 2011.
4. COMER, D. E.; **Redes de computadores e internet**. 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.
5. WHITE, M. C.; **Redes de computadores e comunicação de dados**. São Paulo: Cengage, 2012.
6. MENDES, D. R.; **Redes de computadores: teoria e prática**. São Paulo: Novatec, 2007.