

**INSTITUTO
FEDERAL**
Pará

Redes de Computadores



Ricardo José Cabeça de Souza

ricardo.souza@ifpa.com.br

Camada Rede

- **CAMADA INTER-REDE (REDE)**
 - Controla as operações da sub-rede
 - Efetua operações de funções características:
 - Mapeamento entre endereços de rede e endereços de enlace
 - Endereçamento
 - Utilização de endereços para identificação de usuários de forma não-ambígua
 - Roteamento
 - Estabelece e libera conexões de rede
 - Detecção e recuperação de erros

Camada Rede

- **CAMADA INTER-REDE (REDE)**
 - Controla as operações da sub-rede
 - Efetua operações de funções características:
 - Sequenciação
 - Controle de congestionamento
 - Seleção de qualidade de serviço
 - Especificação de parâmetros para garantir nível de qualidade de serviço (taxa de erro, disponibilidade do serviço, confiabilidade, throughput (vazão), atraso, etc.)
 - Multiplexação da conexão de rede
 - Várias conexões de rede em uma conexão de enlace

Camada Rede

- **CAMADA DE INTER REDE (REDE)**

- Repasse

- Envolve transferência de um pacote do enlace de entrada ao enlace de saída
 - Ação local realizada por um roteador para transferir um pacote da interface de entrada para a saída

- Roteamento

- Envolve todos os roteadores de uma rede determinando o caminho (rotas) por onde os pacotes percorrem da origem ao destino
 - Processo que determina os caminhos fim-a-fim que os pacotes percorrem da fonte ao destino

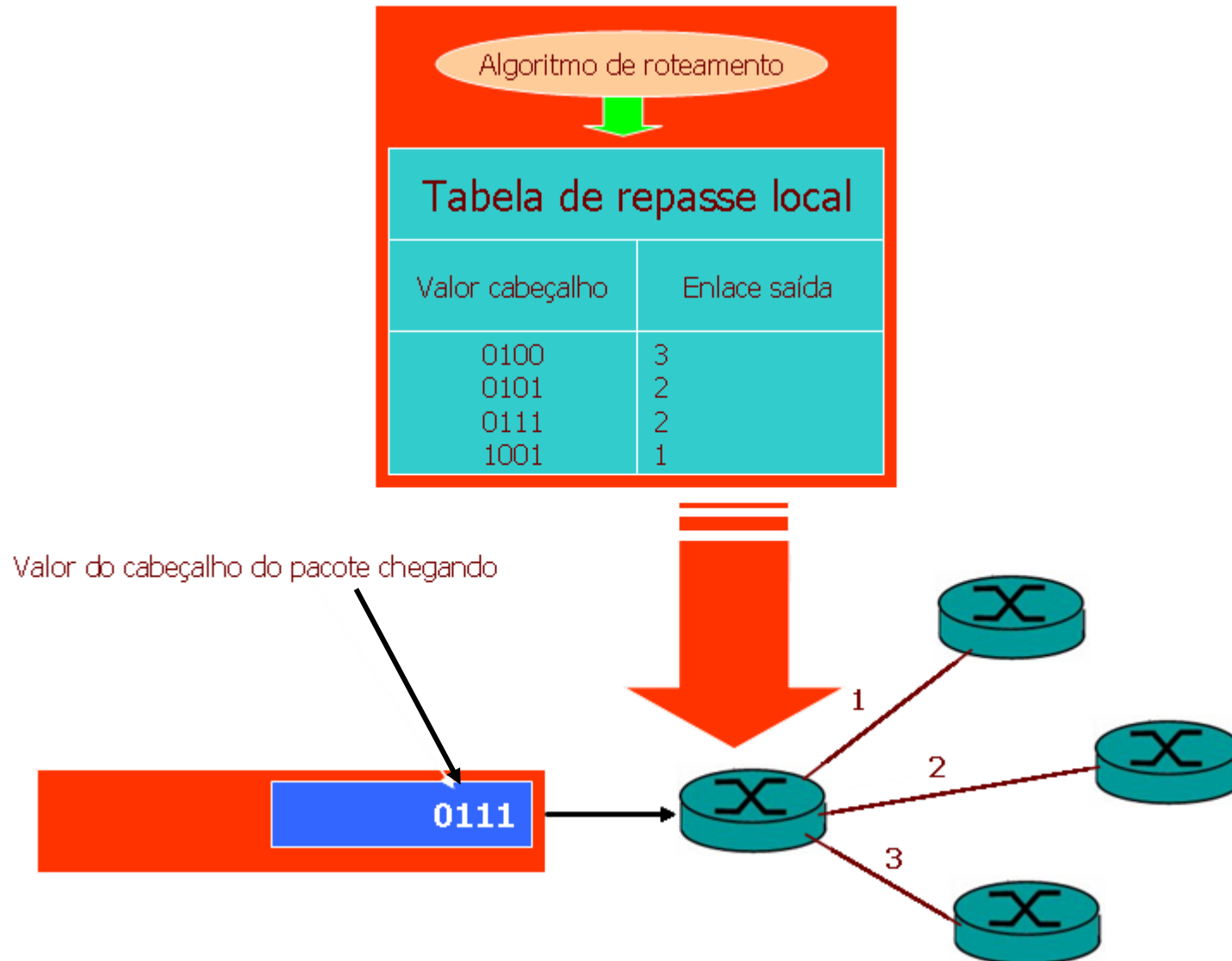
Camada Rede

- **TABELA DE REPASSE**

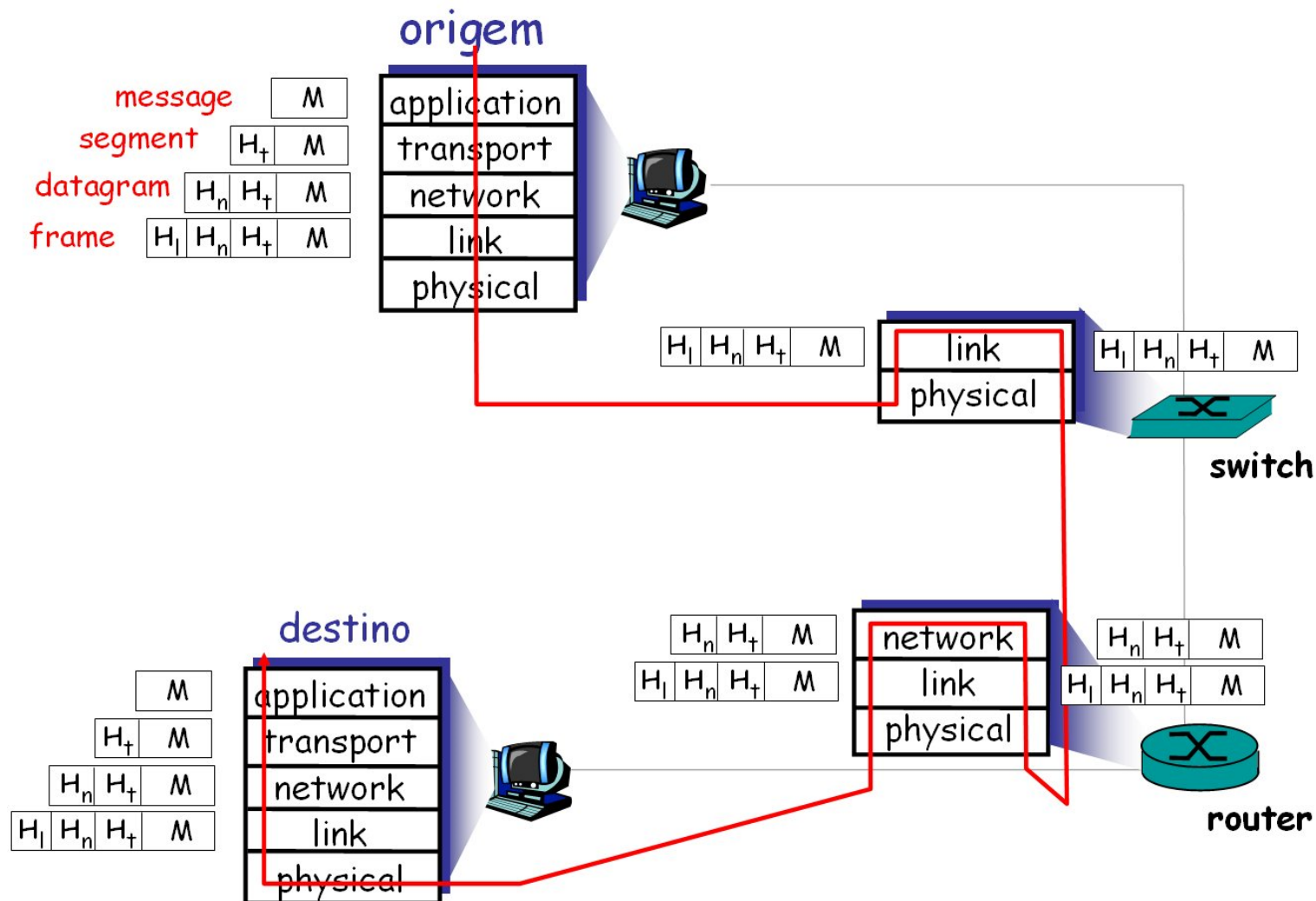
- Cada roteador tem uma tabela de repasse
- Roteador examina o valor do campo no cabeçalho do pacote que está chegando e utiliza esse valor para indexar sua tabela de repasse
- Identifica qual a interface deve ser repassado o pacote



Camada Rede



Camada Rede



Camada Rede

- **INTERFACES**

- Fronteira entre o hospedeiro (host) e o enlace físico
- O IP no host envia datagramas através das interfaces
- Um roteador tem múltiplas interfaces, uma para cada enlace
- Cada interface tem seu próprio endereçamento IP

Camada Rede



- **ENDEREÇAMENTO IP**

- O roteamento dos datagramas através das sub-redes são feitos baseados no seu endereço IP
- Números de 32 bits (4 bytes) normalmente escritos com quatro octetos (em decimal)
- 2^{32} endereços possíveis
 - Exemplo:
191.179.12.66
- Cada parte pode variar de 0 a 255

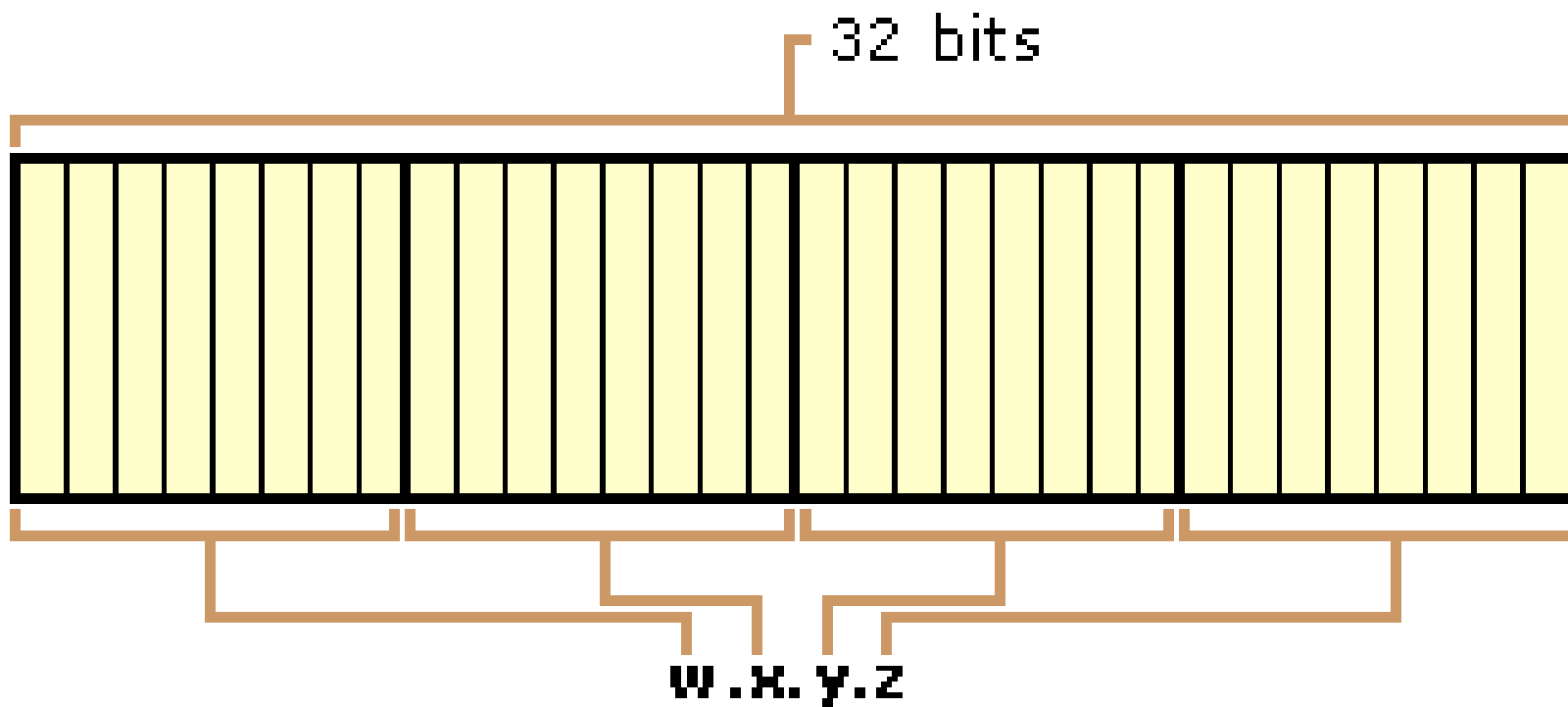
Camada Rede



- **ENDEREÇAMENTO IP**
 - O endereço IP, com seus 32 bits, torna-se demasiado grande para a notação decimal
 - Utilizada a **notação decimal pontuada (separada por pontos)**
 - Os 32 bits são divididos em quatro grupos de 8 bits cada
 - Exemplo:



Camada Rede



Camada Rede

- **ENDEREÇAMENTO IP**

- Números são cuidadosamente escolhidos para realizar um roteamento eficiente
- Codifica a identificação da rede a qual um host conecta, ao mesmo tempo, identifica o host único na mesma rede
- Todo host tem seu único endereço para qualquer tipo de comunicação, sendo este endereço conhecido por todos os demais host's envolvidos

Camada Rede

- **ENDEREÇAMENTO IP**

- A identificação das redes são atribuídas de forma única por uma autoridade central denominada **IANA (Internet Assigned Numbers Authority)**



<https://www.iana.org/>

- A atribuição dos números de estação (hosts) é feita pela entidade que receber um endereço de rede

Camada Rede

- Regulamentação para atribuição de endereços:
 - No mundo: **IANA (Internet Assigned Numbers Authority)** **delegou ao ICANN** (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) controle numeração desde 1998.
 - América Latina
 - **Registro Regional de Endereçamento IP para América Latina e Caribe (LACNIC)**
www.lacnic.net
 - **No Brasil: registro.br (Comitê Gestor da Internet no Brasil - 1995)**
www.registro.br

Camada Rede

- **ENDEREÇAMENTO IP**

- O endereço IP é constituído basicamente de dois campos :
 - *netid*: identifica a Rede a qual este host pertence;
 - *hostid*: identifica o host na Rede.
- Máquinas dentro do mesmo NetId devem ter HostIds diferentes

Camada Rede

- **ENDEREÇAMENTO IP**

- A identificação de rede (*endereço de rede*) identifica os sistemas que estão localizados no mesmo segmento físico de rede na abrangência de roteadores IPs
- Todos os sistemas na mesma rede física devem ter a mesma identificação de rede
- A identificação de rede deve ser única na rede (exceto interfaces por trás de **NATs – Network Address Translation**)

Camada Rede

- **ENDEREÇAMENTO IP**

- A identificação de host (*endereço de host*) identifica uma estação de trabalho, servidor, roteador, ou outro host TCP/IP dentro de uma rede
- O endereço para cada host deve ser único para a identificação de rede

Camada Rede

- **CLASSES ENDEREÇOS**

- Os endereços IP são classificados em cinco classes que são:

- Classe A
 - Classe B
 - Classe C
 - Classe D (Multicast)
 - Classe E (Reservado)

Endereçamento IP

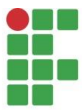
- Uma norma escrita pelo **IANA (Internet Assigned Numbers Authority)** recomenda o uso dos seguintes **endereço para rede interna**:
 - Classe **A**: 10.0.0.0 até 10.255.255.255
 - Classe **B**: 172.16.0.0 até 172.31.255.255
 - Classe **C**: 192.168.0.0 até a 192.168.255.255

Endereçamento IP

- **CLASSES ENDEREÇOS**

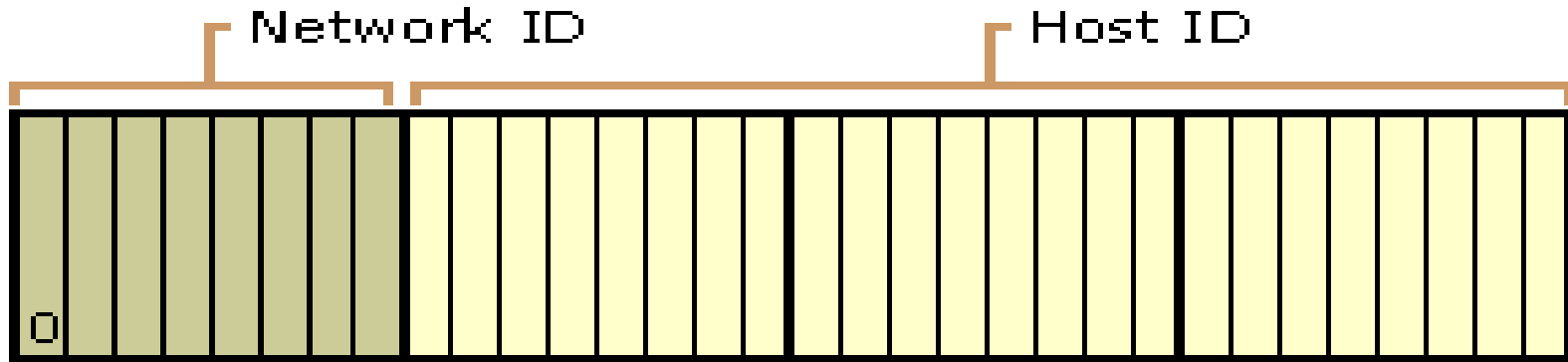
- **Classe A**

- O bit mais significativo é **0**
 - Os outros 7 bits do primeiro octeto identificam a rede
 - Os 24 bits restantes definem o host local
 - Usada para redes de grande porte
 - Os endereços de rede variam de 1 a 126
 - Cada rede tem capacidade de endereçar cerca de 16 milhões de hosts



Endereçamento IP

Class A



Classe do endereço	Primeiro endereço de rede	Último endereço de rede
Classe A	1.0.0.0	126.0.0.0

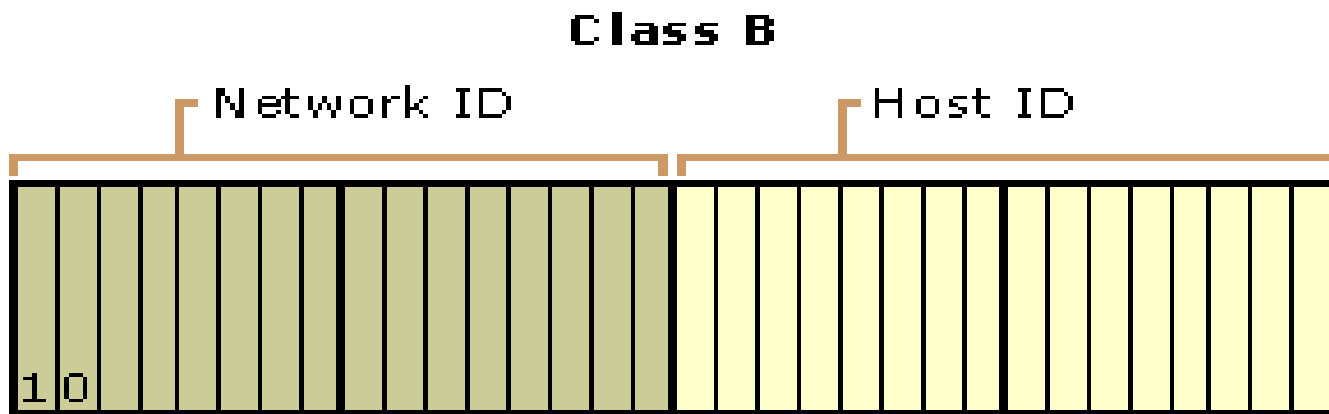
Endereçamento IP

- **CLASSES ENDEREÇOS**

- **Classe B**

- Identificada pelos dois primeiros bits **10**
 - Permite o endereçamento de 2^{16} hosts
 - O endereçamento de classe B é indicada para redes de porte médio a grande
 - Variam na faixa de 128.1 até 191.255
 - Cada rede pode interligar cerca de 65 mil hosts

Endereçamento IP



Classe do endereço	Primeiro endereço de rede	Último endereço de rede
Classe B	128.0.0.0	191.255.0.0

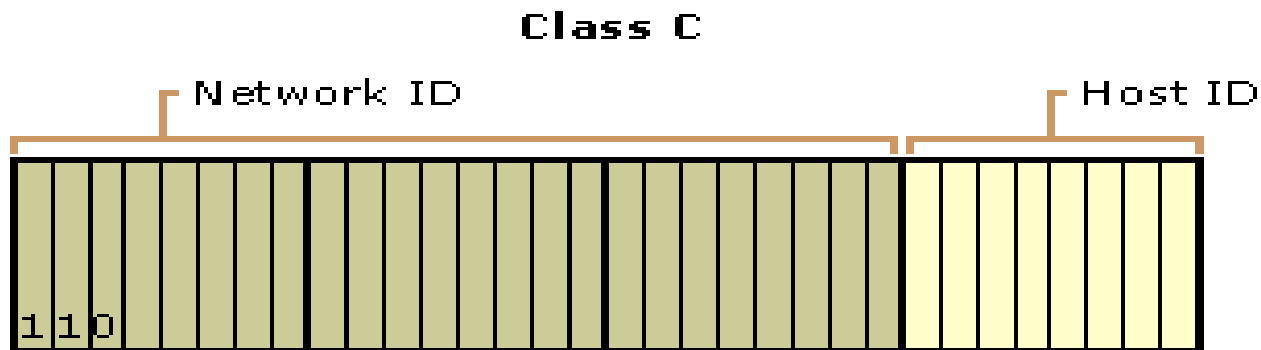
Endereçamento IP

- **CLASSES ENDEREÇOS**

- **Classe C**

- O endereço host é representado pelos três primeiros bits **110**
 - Demais 21 bits completam a identificação da rede
 - Os endereços de rede situam-se na faixa de 162.1.1 até 223.254.254
 - Cada rede pode endereçar 254 hosts
 - É indicada para redes locais

Endereçamento IP



Classe do endereço	Primeiro endereço de rede	Último endereço de rede
Classe C	192.0.0.0	223.255.255.0

Endereçamento IP

- **CLASSES ENDEREÇOS**

- **Classe D (Multicast)**

- Reservados para endereços de multicast IP
 - Os 4 bits de alta ordem são sempre **1110**
 - Os bits restantes são para o endereço que os hosts interessados reconheçam
 - Faixa: 224.0.0.0 a 239.255.255.255

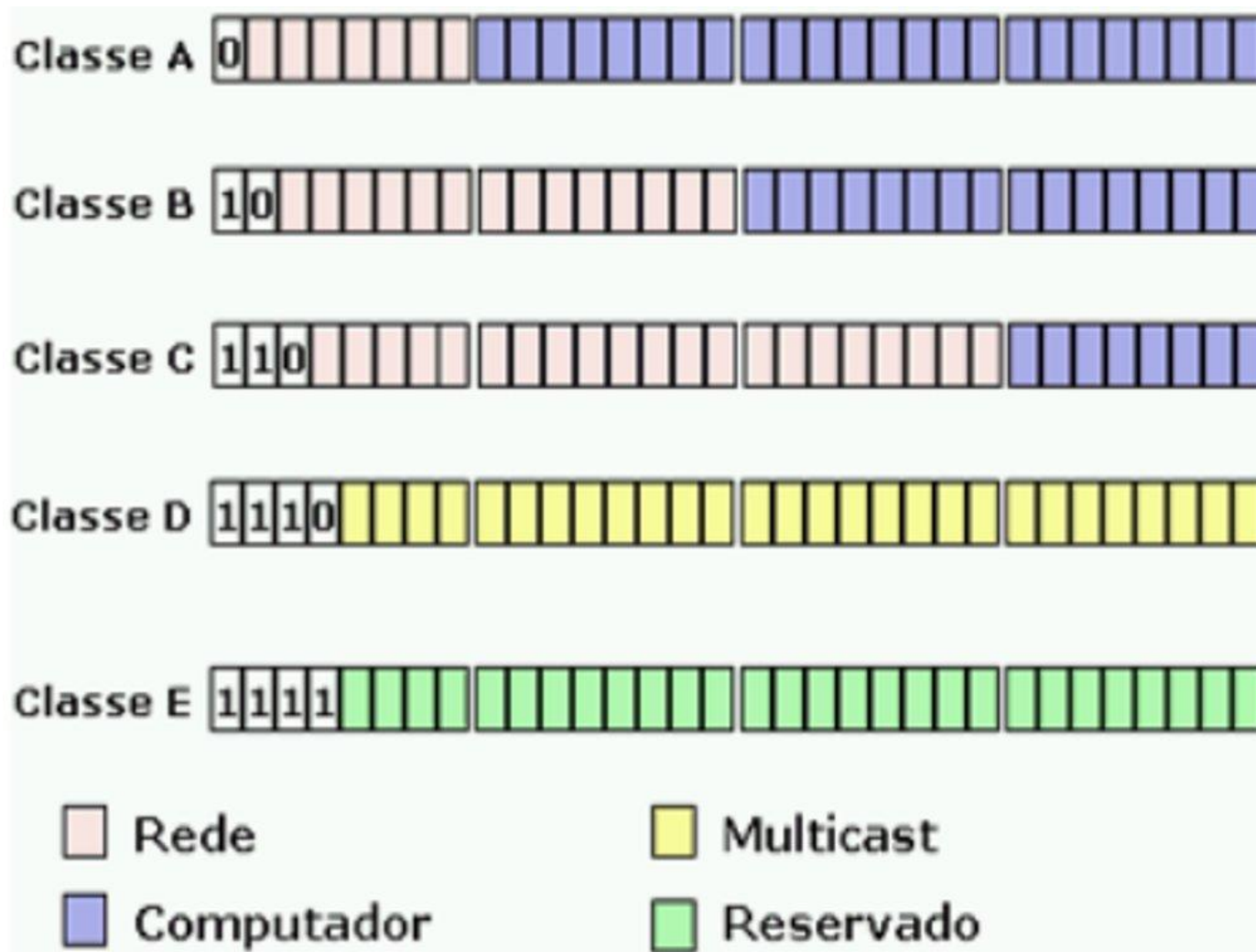
Endereçamento IP

■ CLASSES ENDEREÇOS

■ Classe E (Reservado)

- São endereços experimentais reservados para uso futuro
- Os 4 bits de alta ordem são sempre **1111**
- Faixa: 240.0.0.0 a 247.255.255.255

Endereçamento IP



Endereçamento IP

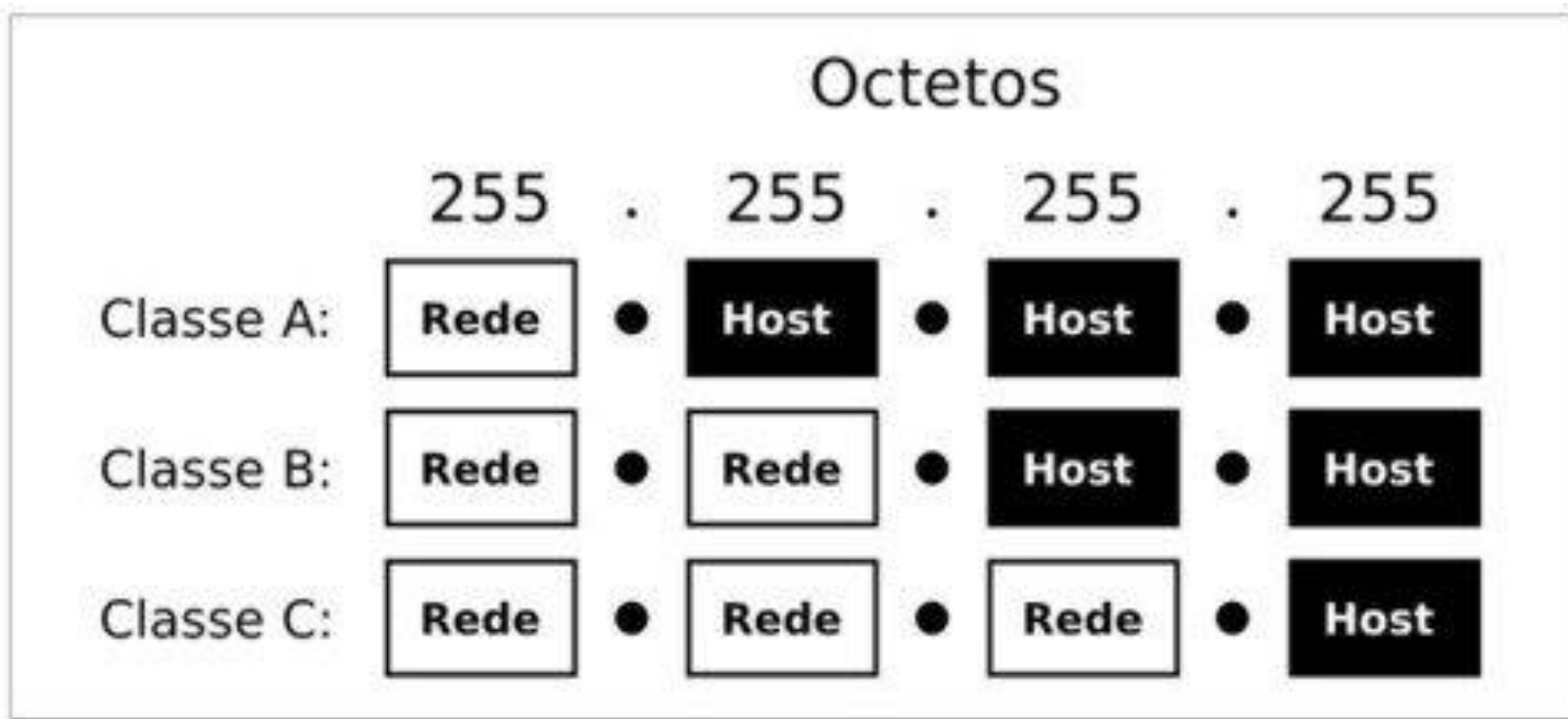
- **RESTRIÇÕES DE ENDEREÇOS**
 - O número **zero** significa a rede corrente
 - O número **127.0.0.1** é um endereço de teste (loopback)
 - O número **255** representa todos os hosts
 - Os NetId de **224 a 254** estão reservados para protocolos especiais e não devem ser usados

Endereçamento IP

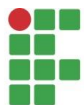
- **MÁSCARA DA SUB-REDE**
 - Indica como separar o NetId do HostId, especificada em nível de bits
- **Máscara das Sub-Redes Padrões**
 - Classe A: 255.0.0.0
 - Classe B: 255.255.0.0
 - Classe C: 255.255.255.0

Endereçamento IP

- MÁSCARA DA SUB-REDE



Fonte: <https://www.hardware.com.br/static/00000000/img-aafbd543.jpg>



Endereçamento IP

Classe do endereço IP	Bits da máscara de sub-rede				Máscara de sub-rede
Classe A	11111111	00000000	00000000	00000000	255.0.0.0
Classe B	11111111	11111111	00000000	00000000	255.255.0.0
Classe C	11111111	11111111	11111111	00000000	255.255.255.0

Endereçamento IP

- **MÁSCARA DA SUB-REDE**

- Uma maneira de expressar uma máscara de **subrede** é a denotação do número de bits 1 que definem a identificação de rede:

/<número de bits> Notação barra

Classe do endereço IP	Bits da máscara de endereço IP				Prefixo de rede
Classe A	11111111	00000000	00000000	00000000	/8
Classe B	11111111	11111111	00000000	00000000	/16
Classe C	11111111	11111111	11111111	00000000	/24

Endereçamento IP

- **CONFIGURAÇÃO IP**

- Resumindo:

Um computador qualquer em uma rede TCP/IP deve ser configurado com pelo menos estes três parâmetros:

- O seu endereço IP exclusivo
 - A sua máscara de rede (que deve ser a mesma utilizada pelos demais computadores na mesma rede)
 - O endereço IP do default gateway

Endereçamento IP

- **COMO DESCOBRIR A IDENTIFICAÇÃO DE REDE**
 - O IP usa uma operação matemática chamada "comparação lógica E (and)"
 - Numa comparação lógica E, o resultado de 2 itens comparados será verdadeiro somente quando ambos os itens comparados forem verdadeiros
 - De qualquer outra forma, o resultado torna-se falso
 - Aplicando o princípio dos bits, onde o valor 1 representa "verdadeiro" e 0 "falso", o resultado é 1, ou seja, verdadeiro, quando ambos os valores comparados forem 1, senão o resultado é 0



Endereçamento IP

BIT1	BIT2	E
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Endereçamento IP

- Por exemplo, qual é a identificação de rede do **IP 129.56.189.41** com a máscara de sub-rede de **255.255.240.0**?
 - Para obter o resultado, transforme ambos os números na notação binária equivalente e alinhe-os
 - Então faça a operação **E** bit-a-bit escrevendo em baixo o resultado
 - O resultado da operação lógica "E" dos 32 bits do endereço IP e a máscara de sub-rede é a **identificação de rede**

Endereçamento IP

- Por exemplo, qual é a identificação de rede do IP *129.56.189.41* com a máscara de sub-rede de *255.255.240.0*?

10000001 00111000 10111101 00101001 *Endereço IP*

11111111 11111111 11110000 00000000 *Máscara de sub-rede*

10000001 00111000 10110000 00000000 *Ident de sub-rede*

- Então faça a operação E bit-a-bit escrevendo em baixo o resultado.

O resultado da operação lógica "E" dos 32 bits do endereço IP e a máscara de sub-rede é a identificação de rede: *129.56.176.0*.

Rede TCP/IP

- Quando a rede está isolada, ou seja, não está conectada à Internet ou a outras redes externas, através de links de comunicação de dados, apenas o número IP e a máscara de sub-rede são suficientes para que os computadores possam se comunicar e trocar informações

Rede TCP/IP

- Para equipamentos que fazem parte de uma rede, baseada no protocolo TCP/IP e conectada a outras redes ou a Internet, devemos configurar, no mínimo, os seguintes parâmetros:
 - Número IP
 - Máscara de sub-rede
 - Default Gateway

Redes TCP/IP

- Em redes empresarias existem outros parâmetros que precisam ser configurados
- Um dos parâmetros que deve ser informado é o número IP de um ou mais servidores **DNS – Domain Name System**
- O DNS é o serviço responsável pela resolução de nomes

Redes TCP/IP

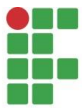
- Existem aplicativos antigos que são baseados em um outro serviço de resolução de nomes conhecido como **WINS – Windows Internet Name System**
- O Windows NT Server 4.0 utilizava intensamente o serviço WINS para a resolução de nomes

Redes TCP/IP

- As configurações do protocolo TCP/IP podem ser definidas manualmente, isto é, configurando cada um dos equipamentos necessários
- Esta é uma solução razoável para pequenas redes, porém pode ser um problema para redes maiores, com um grande número de equipamentos conectados
- Para redes maiores é recomendado o uso do serviço **DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol**
- O serviço DHCP fornece todos os parâmetros de configuração do protocolo TCP/IP para os equipamentos conectados à rede

Redes TCP/IP

- **VERIFICAR CONFIGURAÇÕES DO TCP/IP**
(Prompt de Comando)
 - Faça logon (login)
 - Abra o prompt de comando
 - Digite:
 - ipconfig
 - ipconfig /?
 - ipconfig /all



Redes TCP/IP



```
C:\ Prompt de comando

C:\Documents and Settings\Administrador>ipconfig /all

Configuração de IP do Windows

    Nome do host . . . . . : RICARDO
    Sufixo DNS primário. . . . . :
    Tipo de nó . . . . . : híbrido
    Roteamento de IP ativado . . . . . : não
    Proxy WINS ativado . . . . . : não

Adaptador Ethernet Conexão de rede sem fio 3:

    Estado da mídia . . . . . : mídia desconectada
    Descrição . . . . . : Atheros AR5004G Wireless Network A
dapter #2
    Endereço físico . . . . . : 00-90-96-BC-D3-47

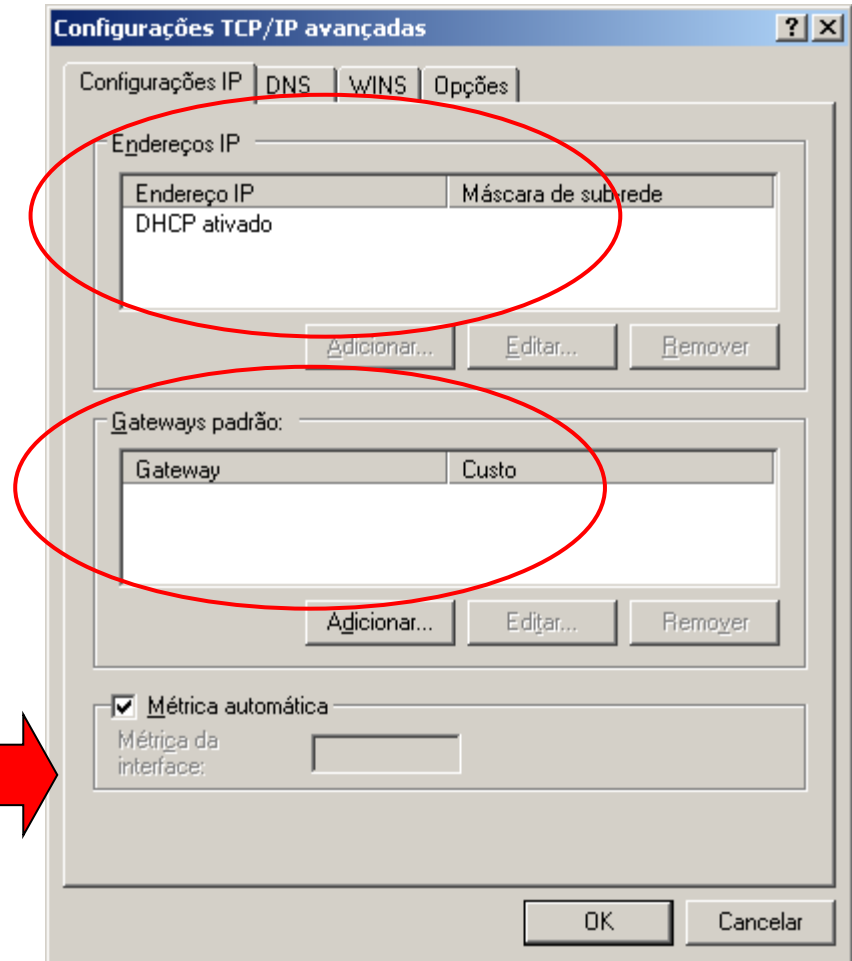
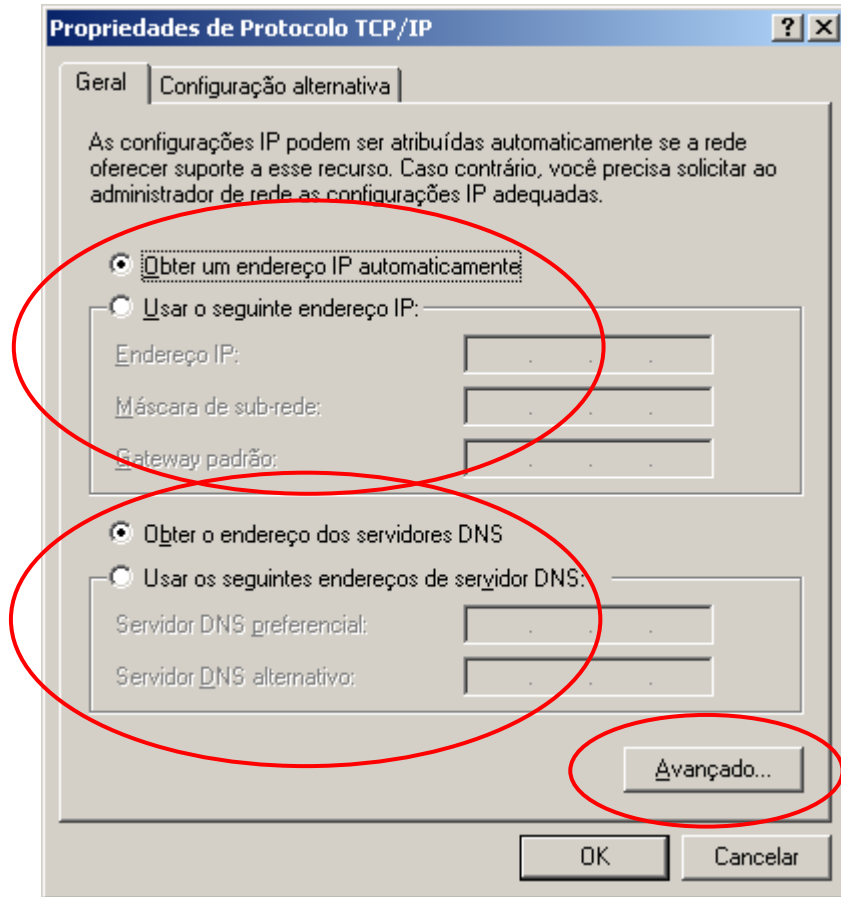
Adaptador Ethernet Conexão local:

    Sufixo DNS específico de conexão . . . . . :
    Descrição . . . . . : Realtek RTL8139/810x Family Fast E
thernet NIC
    Endereço físico . . . . . : 00-A0-D1-DC-D6-2B
    DHCP ativado. . . . . : Sim
    Configuração automática ativada . . . . . : Sim
    Endereço IP . . . . . : 192.168.0.157
    Máscara de sub-rede . . . . . : 255.255.255.0
    Gateway padrão. . . . . : 192.168.0.1
    Servidor DHCP . . . . . : 192.168.0.1
    Servidores DNS. . . . . : 200.165.132.154
                           200.149.55.142
    Concessão obtida. . . . . : segunda-feira, 29 de outubro de 20
07 09:31:21
    Concessão expira. . . . . : segunda-feira, 5 de novembro de 20
07 09:31:21
```

Redes TCP/IP

- **VERIFICAR CONFIGURAÇÕES DO TCP/IP (WINDOWS)**
 - Faça logon (login)
 - Iniciar/Configurações/Conexões de Rede/Conexão Local (Propriedades)
 - Selecionar Protocolo TCP/IP - Propriedades

Redes TCP/IP



Redes TCP/IP

- **VERIFICAR CONFIGURAÇÕES DO TCP/IP (Shell LINUX)**
 - ifconfig
 - ifconfig | more

Endereçamento IP

- **CRIAÇÃO DE SUB-REDES**

- Criar sub-redes eficientes, que reflitam as necessidades de sua rede, requer três procedimentos básicos:

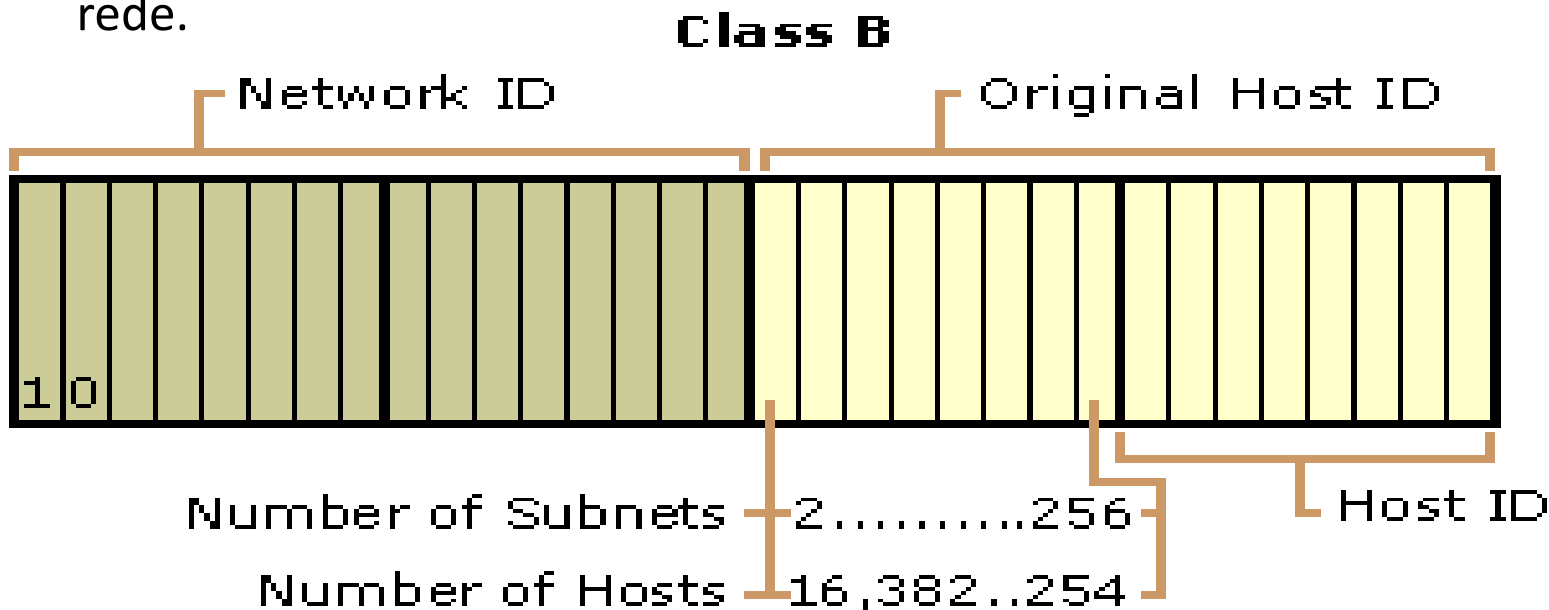
- 1º. Determinar o número de bits de host a serem usados para sub-redes
 - 2º. Listar as novas identificações de sub-redes
 - 3º. Listar os endereços IPs para cada nova identificação de sub-rede

Endereçamento IP

- **1º. DETERMINAR O NÚMERO DE BITS DE HOST A SEREM USADOS NA SUB-REDE**
 - O número de bits de host usado para sub-redes determinará o número de sub-redes possíveis e o número de hosts por sub-rede
 - Antes de escolher o número de bits de host, você deve avaliar o número de sub-redes e de hosts que você precisa ou precisará no futuro
 - Quanto mais bits de host são usados para sub-redes, mais sub-redes (identificação de sub-redes) você terá, porém, com poucos hosts por sub-rede
 - A utilização de muitos bits de host para sub-redes, permite o crescimento do número de sub-redes mas limita o crescimento do número de hosts
 - Já a utilização de poucos bits de hosts para sub-redes permite o crescimento do número de hosts mas limita o crescimento do número de sub-redes

Endereçamento IP

- Por exemplo, a *figura* ilustra a subdivisão utilizando até os primeiros bits de host de uma identificação de rede classe B.
 - Se você escolher **um bit** de host para sub-redes, você terá 2 identificações de sub-redes com 16.382 hosts por identificação de sub-rede.
 - Se você escolher **8 bits** de host para sub-redes, você terá 256 identificações de sub-redes com 254 hosts por identificação de sub-rede.



Endereçamento IP

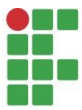
- Na prática os administradores de rede definem o número máximo de hosts que eles querem em uma única rede.
- Lembre-se que todos os hosts em uma rede compartilham o mesmo tráfego de difusão (broadcast); eles residem no mesmo domínio de difusão.
- Portanto, o crescimento do número de sub-redes é favorável ao invés do crescimento do número de hosts por sub-rede.



Endereçamento IP

Subdivisões de uma identificação de rede classe C.

Número de sub-redes	Número de bits para sub-rede	Máscara de sub-rede	Número de hosts por sub-rede
1-2	1	255.255.255.128 ou /25	126
3-4	2	255.255.255.192 ou /26	62
5-8	3	255.255.255.224 ou /27	30
9-16	4	255.255.255.240 ou /28	14
17-32	5	255.255.255.248 ou /29	6
33-64	6	255.255.255.252 ou /30	2



Endereçamento IP

- **2º. LISTAR AS NOVAS IDENTIFICAÇÕES DE SUB-REDES**
 - Para criar a lista enumerada de identificações de sub-rede utilizando o método binário siga os passos abaixo:
 - 1) Seja n , o número de bits de host escolhido para a subdivisão da rede (número de bits da sub-rede), crie uma tabela com três colunas com 2^n linhas.
 - A primeira coluna é o número da sub-rede (começando pelo 1), a segunda coluna é a representação binária da identificação de rede, e a terceira coluna é a representação decimal pontuada com o prefixo de sub-rede da identificação de sub-rede.
 - Para cada representação binária, os bits da identificação de rede permanecem fixo com seu valor original e os bits de host restantes são todos atribuídos com o valor zero.
 - **Os bits de host escolhidos para a subdivisão vão variar.**



Endereçamento IP

Técnica binária para subdivisão para a identificação de rede 192.168.0.0.

Sub-rede	Representação binária	Identificação de sub-rede
1	11000000.10101000. <u>000</u> 00000.00000000	
2	11000000.10101000. <u>001</u> 00000.00000000	
3	11000000.10101000. <u>010</u> 00000.00000000	
4	11000000.10101000. <u>011</u> 00000.00000000	
5	11000000.10101000. <u>100</u> 00000.00000000	
6	11000000.10101000. <u>101</u> 00000.00000000	
7	11000000.10101000. <u>110</u> 00000.00000000	
8	11000000.10101000. <u>111</u> 00000.00000000	



Endereçamento IP



- **2º. Listar as novas identificações de sub-redes.**
 - 2) Na primeira linha da tabela, defina os **bits da sub-rede** todos para zero e converta para a notação decimal pontuada com o prefixo de sub-rede na terceira coluna. A identificação de rede original é subdividida com sua nova máscara de sub-rede.

Técnica binária para subdivisão para a identificação de rede 192.168.0.0.		
Sub-rede	Representação binária	Identificação de sub-rede
1	11000000.10101000. <u>00000000</u> .00000000	192.168.0.0/19
2	11000000.10101000. <u>00100000</u> .00000000	
3	11000000.10101000. <u>01000000</u> .00000000	
4	11000000.10101000. <u>01100000</u> .00000000	
5	11000000.10101000. <u>10000000</u> .00000000	
6	11000000.10101000. <u>10100000</u> .00000000	
7	11000000.10101000. <u>11000000</u> .00000000	
8	11000000.10101000. <u>11100000</u> .00000000	

Endereçamento IP

- **2º. Listar as novas identificações de sub-redes.**
 - 3) Na próxima linha da tabela, incremente o valor dos bits da sub-rede.
 - 4) Converta o resultado binário para a notação decimal pontuada na terceira coluna.
 - 5) Repita os passos 3 e 4 até que a tabela esteja completa.

Técnica binária para subdivisão para a identificação de rede 192.168.0.0.

Sub-rede	Representação binária	Identificação de sub-rede
1	11000000.10101000. <u>000</u> 00000.00000000	192.168.0.0/19
2	11000000.10101000. <u>001</u> 00000.00000000	192.168.32.0/19
3	11000000.10101000. <u>010</u> 00000.00000000	192.168.64.0/19
4	11000000.10101000. <u>011</u> 00000.00000000	192.168.96.0/19
5	11000000.10101000. <u>100</u> 00000.00000000	192.168.128.0/19
6	11000000.10101000. <u>101</u> 00000.00000000	192.168.160.0/19
7	11000000.10101000. <u>110</u> 00000.00000000	192.168.192.0/19
8	11000000.10101000. <u>111</u> 00000.00000000	192.168.224.0/19

Endereçamento IP



- **3°. LISTAR OS ENDEREÇOS IPS PARA CADA NOVA IDENTIFICAÇÃO DE SUB-REDE**

- Para criar a faixa de endereços IP usando o método binário siga os quatro passos abaixo:
 - 1. Seja n , o número de bits de host escolhido para a subdivisão da rede (número de bits da sub-rede), crie uma tabela com três colunas com 2^n linhas. A primeira coluna é o número da sub-rede (começando pelo 1), a segunda coluna é a representação binária do primeiro e do último endereço IP da identificação de sub-rede, e a terceira coluna é a representação decimal pontuada do primeiro e do último endereço IP da identificação de sub-rede. Alternativamente, você pode adicionar duas colunas na tabela anterior usada para listar as identificações de sub-rede.
 - 2. Para cada representação binária, **o primeiro endereço IP** é o endereço no qual todos os bits de host possuem o valor 0, exceto pelo último bit de host; bit da extrema direita com o valor 1. **O último endereço IP** é o endereço na qual todos os bits de host possuem o valor 1, exceto pelo último bit de host; bit da extrema direita com o valor 0.
 - 3. Converta a representação binária para a representação decimal pontuada na terceira coluna.
 - 4. Repita os passos 2 e 3 até que a tabela esteja completa.



Listagem dos endereços IPs (representação binária)

<u>Sub- rede</u>	Representação binária	Faixa de endereços <u>IPs</u>
1	11000000.10101000. <u>0000</u> 00000.000000001	192.168.0.1
	-	-
	11000000.10101000. <u>0001</u> 11111.111111110	192.168.31.254
2	11000000.10101000. <u>0010</u> 00000.000000001	192.168.32.1
	-	-
	11000000.10101000. <u>0011</u> 11111.111111110	192.168.63.254



3	11000000.10101000. <u>01</u> 000000.00000001	192.168.64.1
	-	-
	11000000.10101000. <u>010</u> 11111.11111110	192.168.95.254
4	11000000.10101000. <u>011</u> 00000.00000001	192.168.96.1
	-	-
	11000000.10101000. <u>0111</u> 1111.11111110	192.168.127.254
5	11000000.10101000. <u>100</u> 00000.00000001	192.168.128.1
	-	-
	11000000.10101000. <u>1001</u> 1111.11111110	192.168.159.254
6	11000000.10101000. <u>101</u> 00000.00000001	192.168.160.1
	-	-
	11000000.10101000. <u>1011</u> 1111.11111110	192.168.191.254



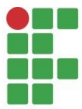
7	11000000.10101000. <u>11</u> 000000.00000001	192.168.192.1
	-	-
	11000000.10101000. <u>110</u> 11111.11111110	192.168.223.254
8	11000000.10101000. <u>111</u> 00000.00000001	192.168.224.1
	-	-
	11000000.10101000. <u>1111</u> 1111.11111110	192.168.255.254

Protocolo ARP

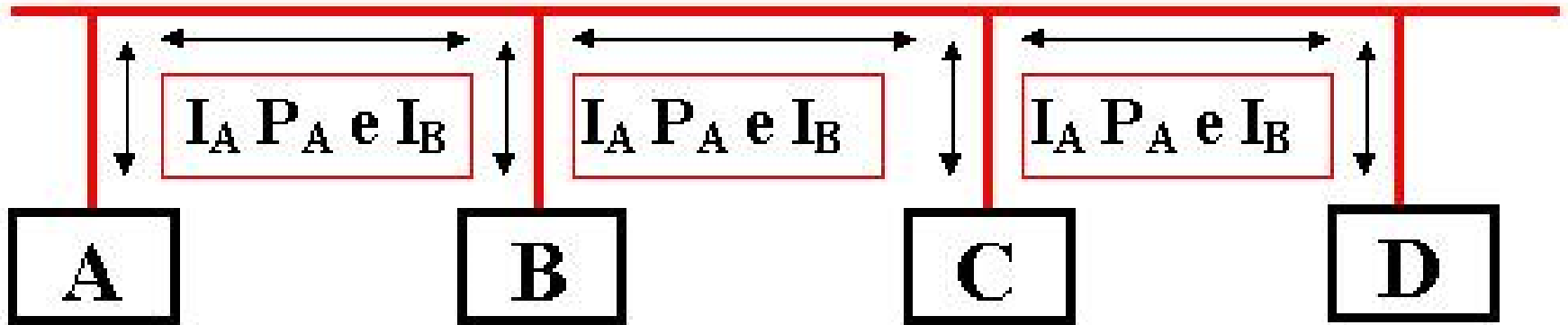
- **Address Resolution Protocol**
 - Utilizado para mapear endereço IP(Nível superior) para endereço físico (MAC)
 - Permite que o host origem encontre o endereço MAC do host destino

Protocolo ARP

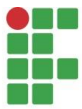
- **Funções**
 - Determinar endereço físico
 - Responder pedidos outros hosts
- **Funcionamento**
 - Antes de enviar:
 - Verifica cache
 - Se encontrar endereço, envia frame
 - Se não encontrar, envia broadcast pedido ARP



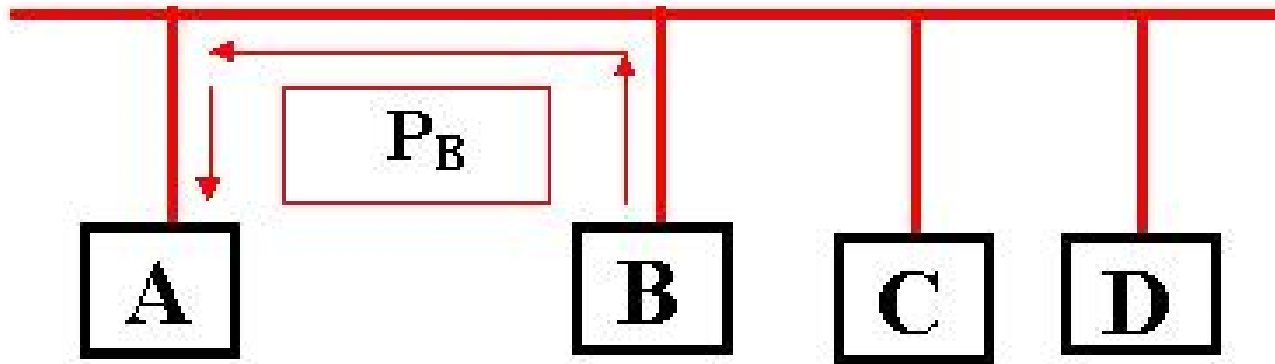
Protocolo ARP



- O host A, cujo endereço IP é I_A e endereço físico P_A , deseja enviar dados ao host B, cujo IP é I_B porém de endereço físico desconhecido
- O host A envia um datagrama especial em broadcast.



Protocolo ARP

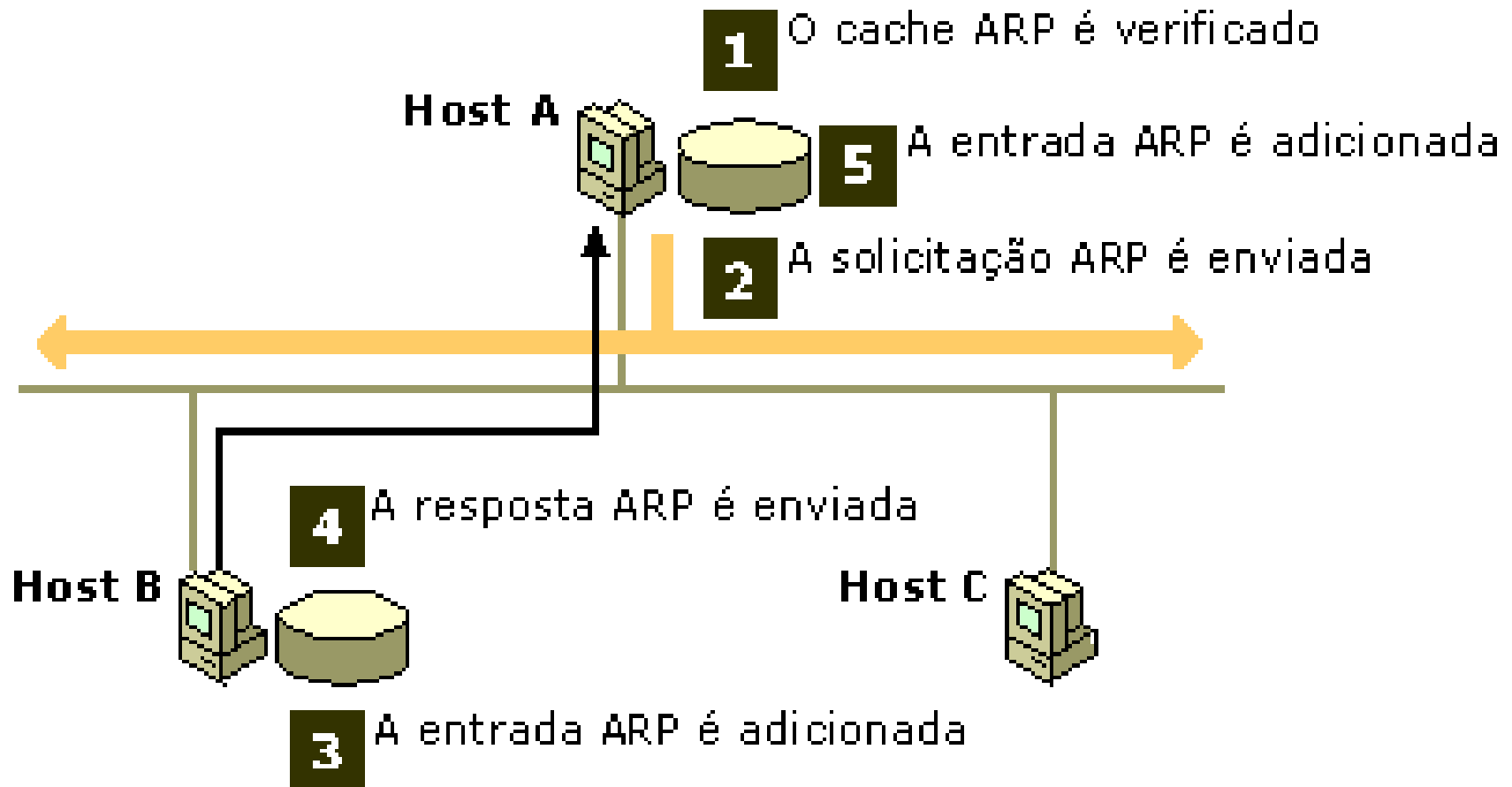


- Apenas o host B responde, pois o datagrama foi endereçado via IP
- O datagrama resposta é constituído do endereço IP (IB) mais o endereço físico PB
- A partir desse instante o host A passa a endereçar o host B apenas com seus endereços já conhecidos (PB e IB)

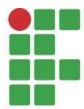


Protocolo ARP

Rede Local

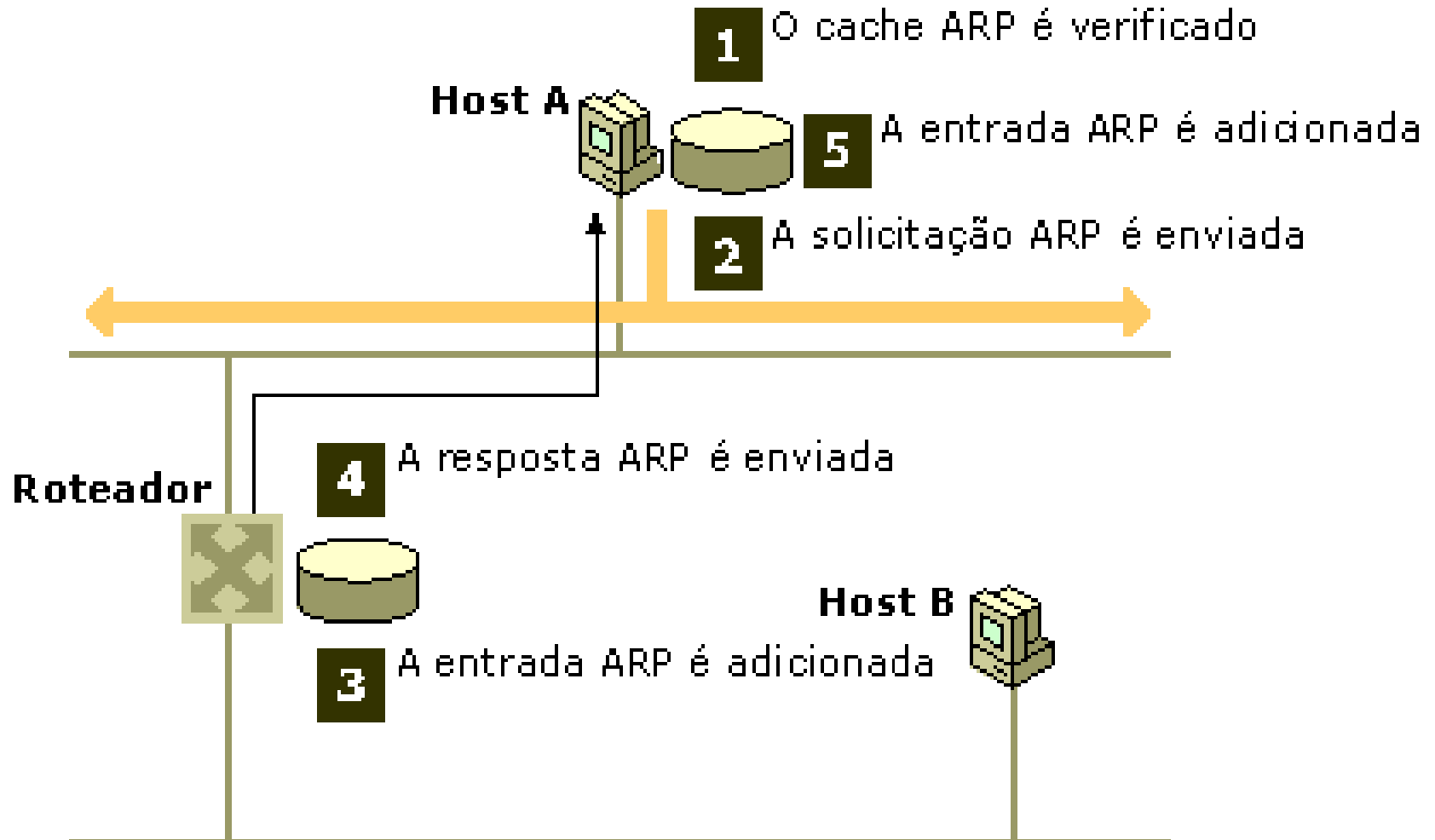


Fonte: <https://i-tech.net.sec.s-msft.com/dynimg/IC196937.gif>



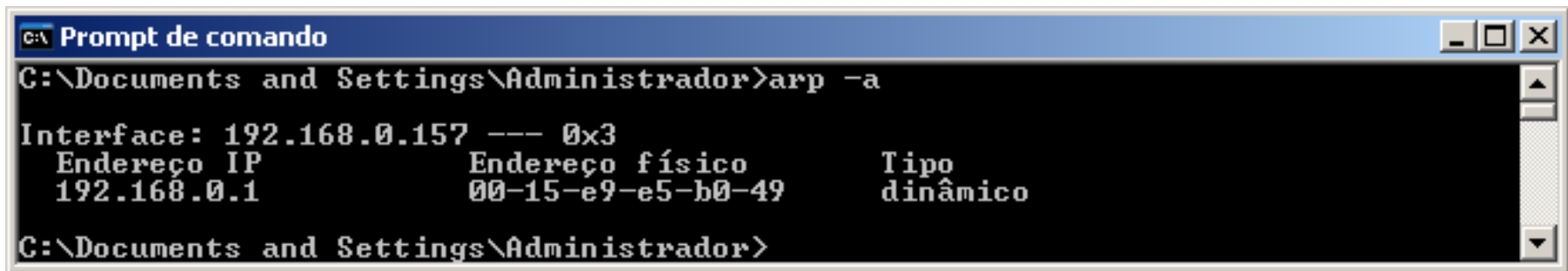
Protocolo ARP

Rede Remota



Protocolo ARP

- **Verificação do Cache**
 - Fazer o logon (login)
 - Abrir o prompt de comando
 - Digite:
arp
arp -a



```
C:\ Prompt de comando
C:\Documents and Settings\Administrador>arp -a

Interface: 192.168.0.157 --- 0x3
  Endereço IP      Endereço físico      Tipo
  192.168.0.1      00-15-e9-e5-b0-49    dinâmico

C:\Documents and Settings\Administrador>
```



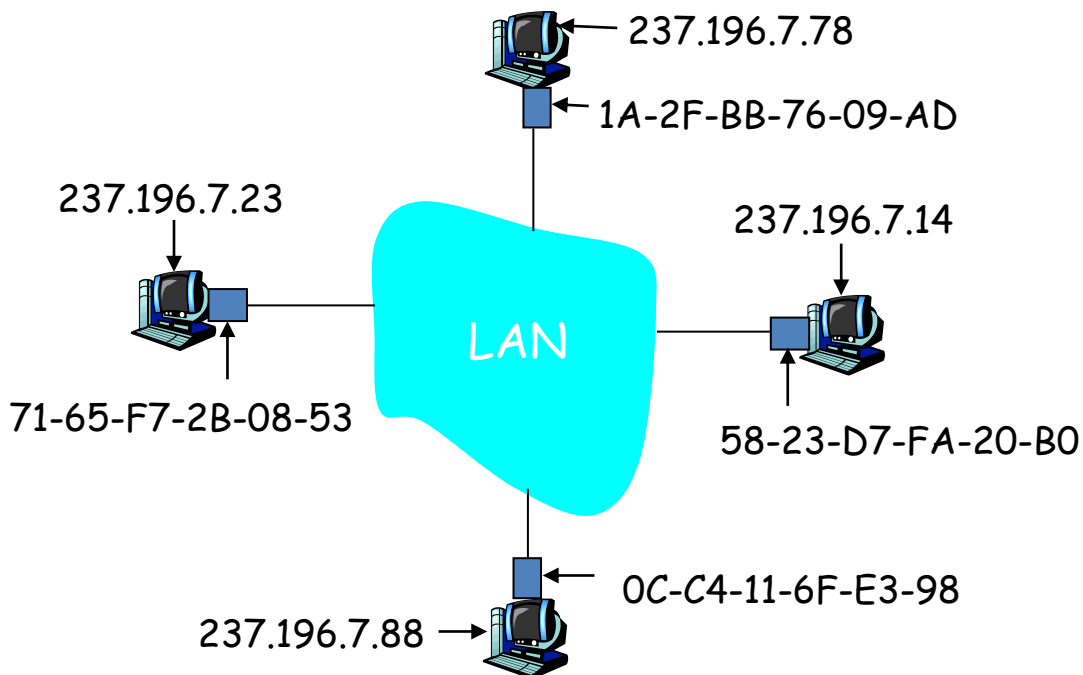
Protocolo ARP

Pergunta: como obter o endereço MAC de B a partir do endereço IP de B?

- Cada nó IP (Host, Roteador) de uma LAN possui tabela **ARP**
- Tabela ARP: mapeamento de endereços IP/MAC para alguns nós da rede

< endereço IP; endereço MAC; TTL >

- TTL (*Time To Live*): tempo a partir do qual o mapeamento de endereços será esquecido (valor típico de 20 min)



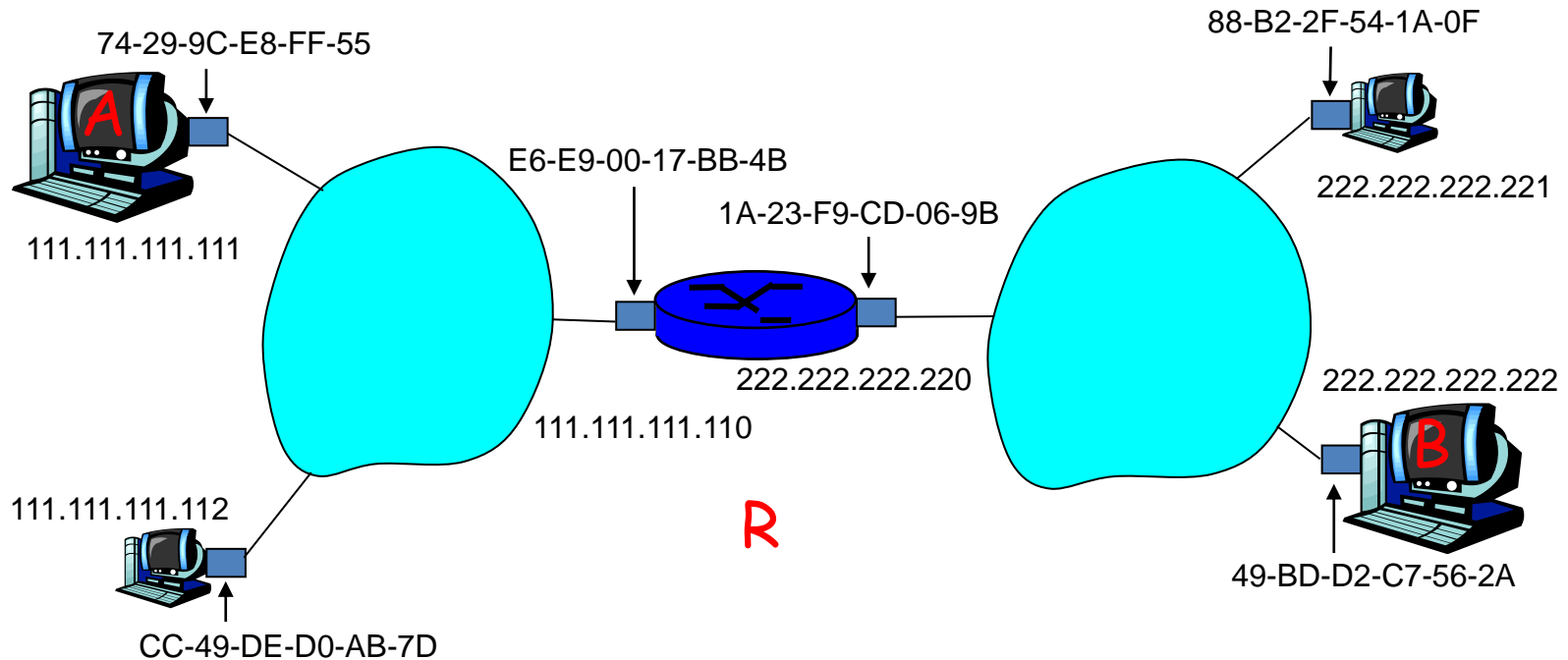
Protocolo ARP



- **A** deseja enviar datagrama para **B**, e o endereço MAC de **B** não está na tabela ARP de **A**.
- **A difunde** o pacote de solicitação ARP, que contém o endereço IP de **B**
 - Endereço MAC destino = FF-FF-FF-FF-FF-FF
 - todas as máquinas na LAN recebem a consulta do ARP
- **B** recebe o pacote ARP, responde a **A** com o seu (de **B**) endereço MAC
 - Quadro enviado para o endereço MAC (unicast) de **A**
- Uma memória cache (salva) o par de endereços IP-para-MAC na sua tabela ARP até que a informação fique antiga (expire)
 - ‘*soft state*’: informação que expira (vai embora) a menos que seja renovada
- ARP é “*plug-and-play*”:
 - os nós criam suas tabelas ARP sem a intervenção do administrador da rede

Protocolo ARP

passo a passo: **envio de datagrama de A para B via R**
assuma que A conhece o endereço IP de B

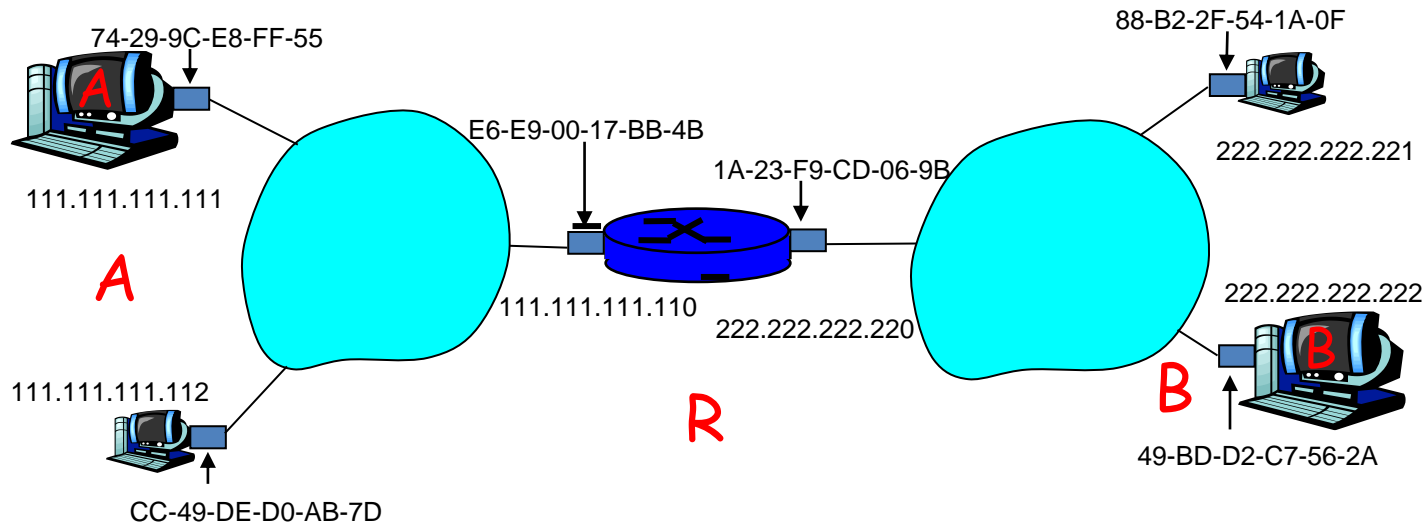


- Duas tabelas ARP no roteador R, uma para cada rede IP (LAN)

Protocolo ARP

- *A* cria datagrama com origem *A*, destino *B*
- *A* usa ARP para obter o endereço MAC de *R* para 111.111.111.110
- *A* cria quadro da camada de enlace com o endereço MAC de *R* como destino, quadro contém datagrama IP de *A* para *B*
- O adaptador de *A* envia o quadro
- O adaptador de *R* recebe o quadro
- *R* remove o datagrama IP do quadro Ethernet, verifica que é destinado para *B*
- *R* usa ARP para obter o endereço MAC de *B*
- *R* cria quadro contendo datagrama IP de *A* para *B* e o envia para *B*

Este exemplo é muito importante!!!!!!

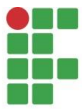


Protocolo RARP

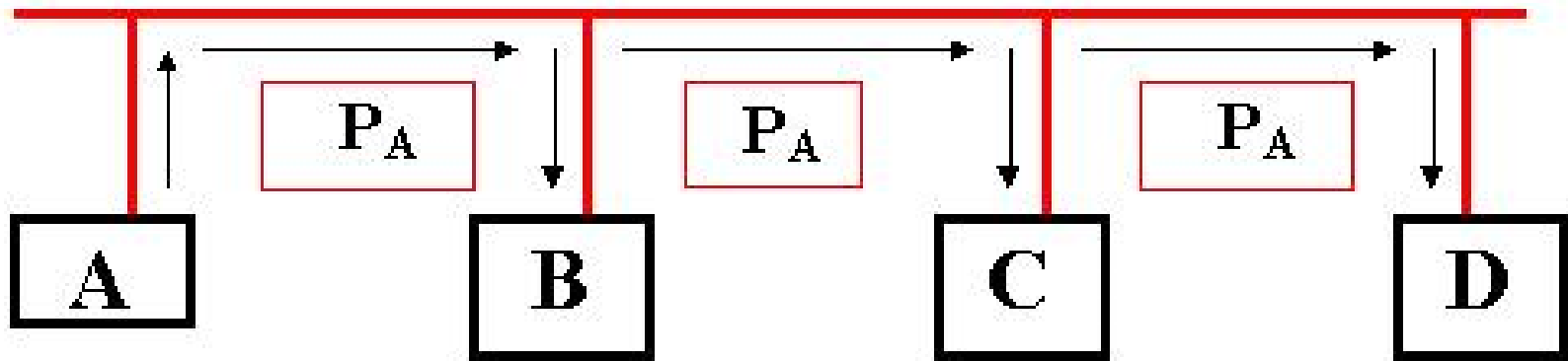
- Reverse Address Resolution Protocol
- O endereço IP de uma máquina é conservado em uma área de armazenamento secundário, no disco rígido
- Quando uma máquina sem disco necessitar seu endereço IP ela utiliza o RARP.

Protocolo RARP

- Máquinas sem disco precisam saber seu IP
- Servidores RARP possuem um banco de dados com mapeamento IP x Ethernet
- Enviam requisição broadcast
- Recebe endereço IP fornecido por um servidor RARP
- Armazena em memória até o próximo reboot

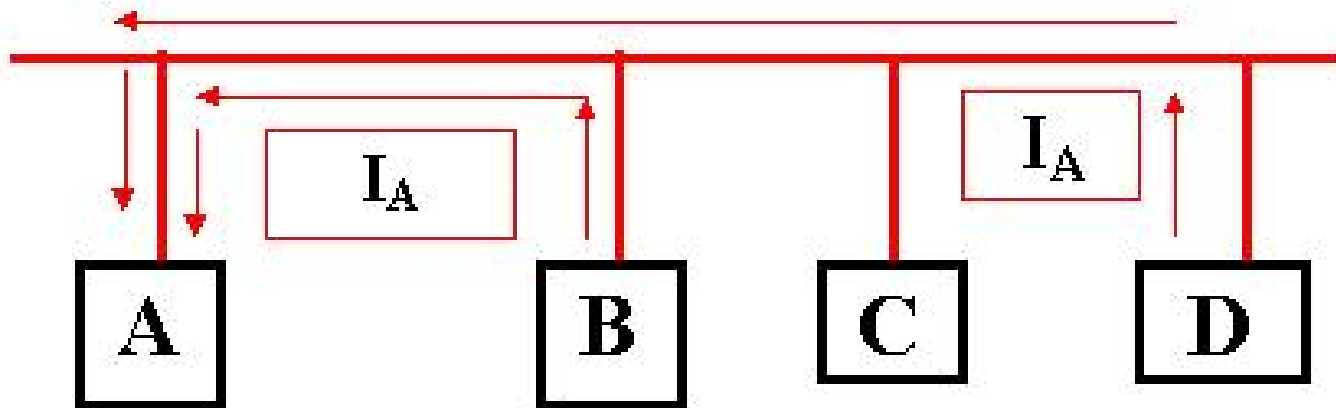


Protocolo RARP



- Host A sem disco envia um pedido RARP broadcast na rede que todos os hosts da mesma recebem

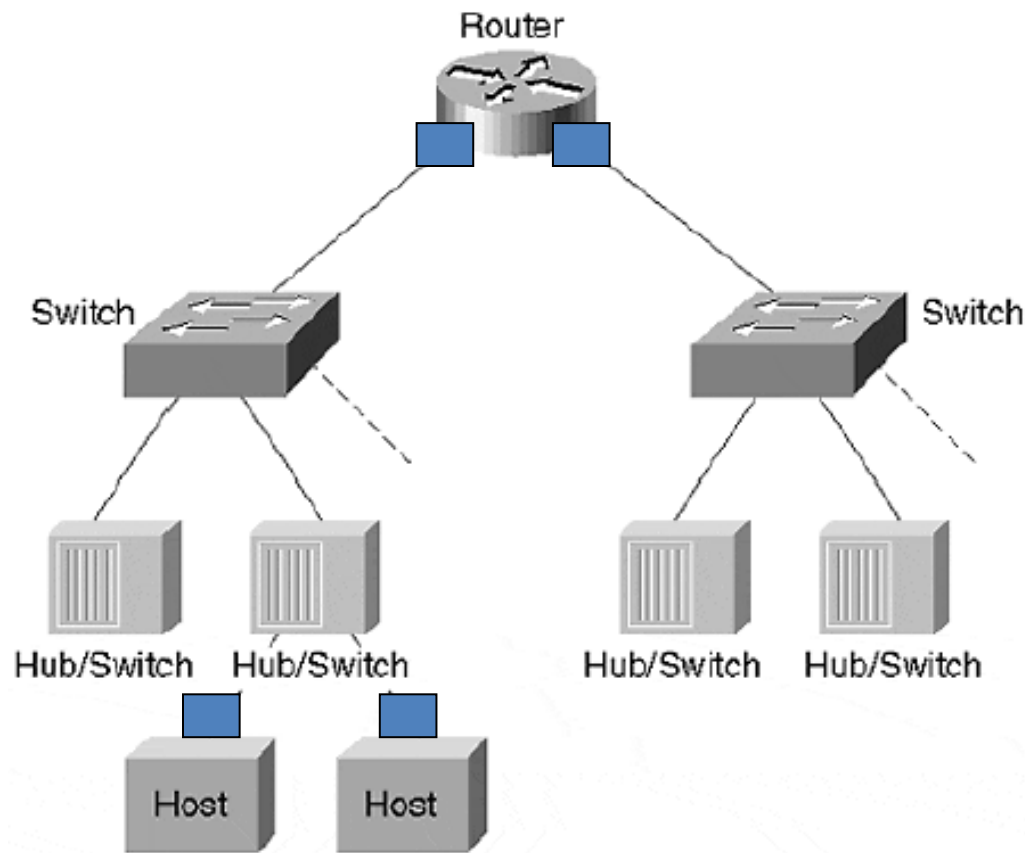
Protocolo RARP



- Os hosts B e D que são servidores RARP, replicam o datagrama RARP, com todos os campos preenchidos endereçados à máquina
- O host A recebe duas respostas RARP mas apenas uma é suficiente

Topologia LAN

- Ao chegar um datagrama IP no roteador proveniente de outra rede LAN, o protocolo ARP envia uma mensagem de broadcast para todos os hosts para obter o endereço MAC do IP de destino.

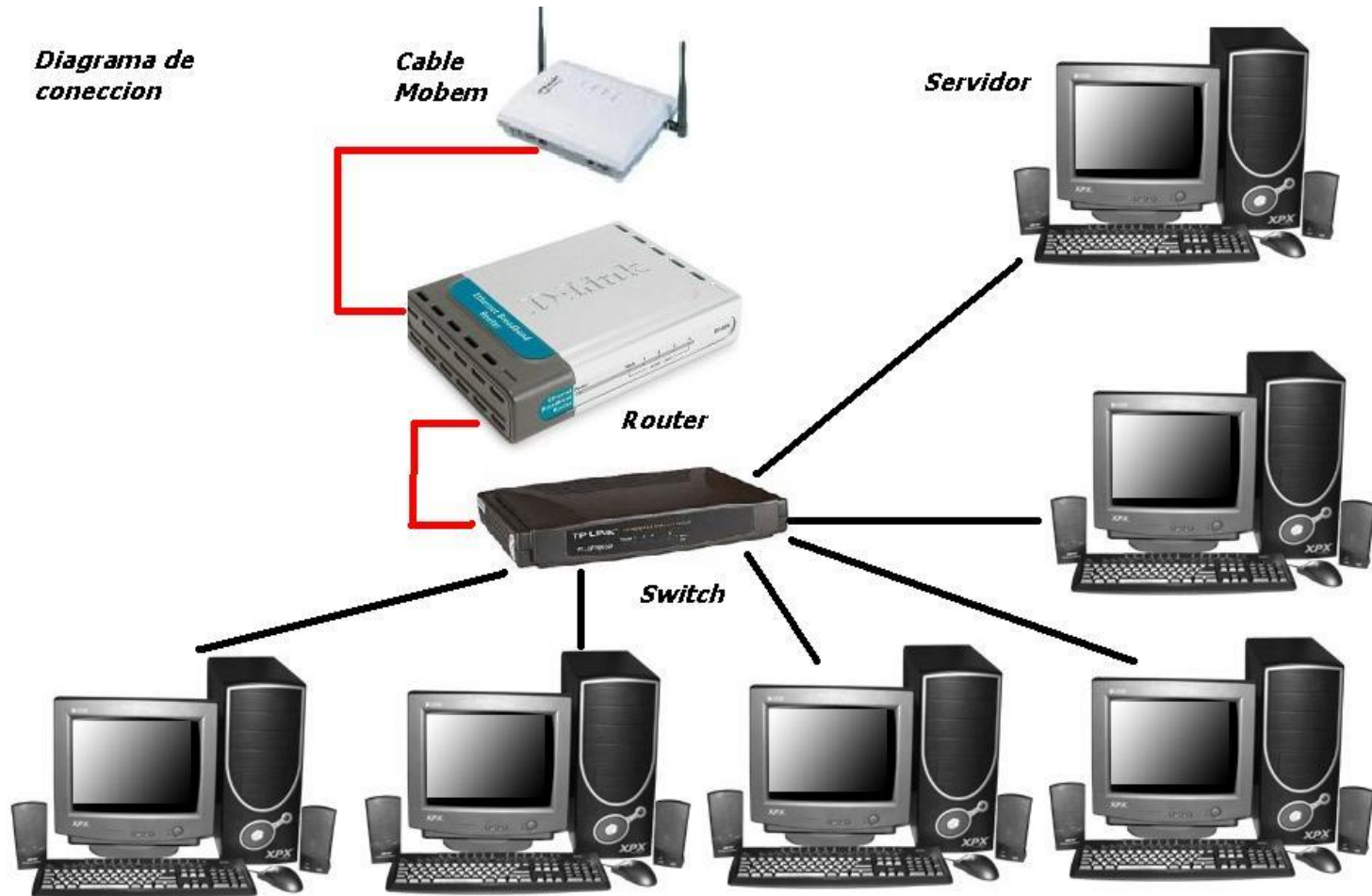


Camada Rede

- **ROTEADORES**

- São equipamentos inteligentes que permitem que redes lógicas independentes se comuniquem e troquem mensagens
- Conecta redes logicamente separadas operando com o mesmo protocolo

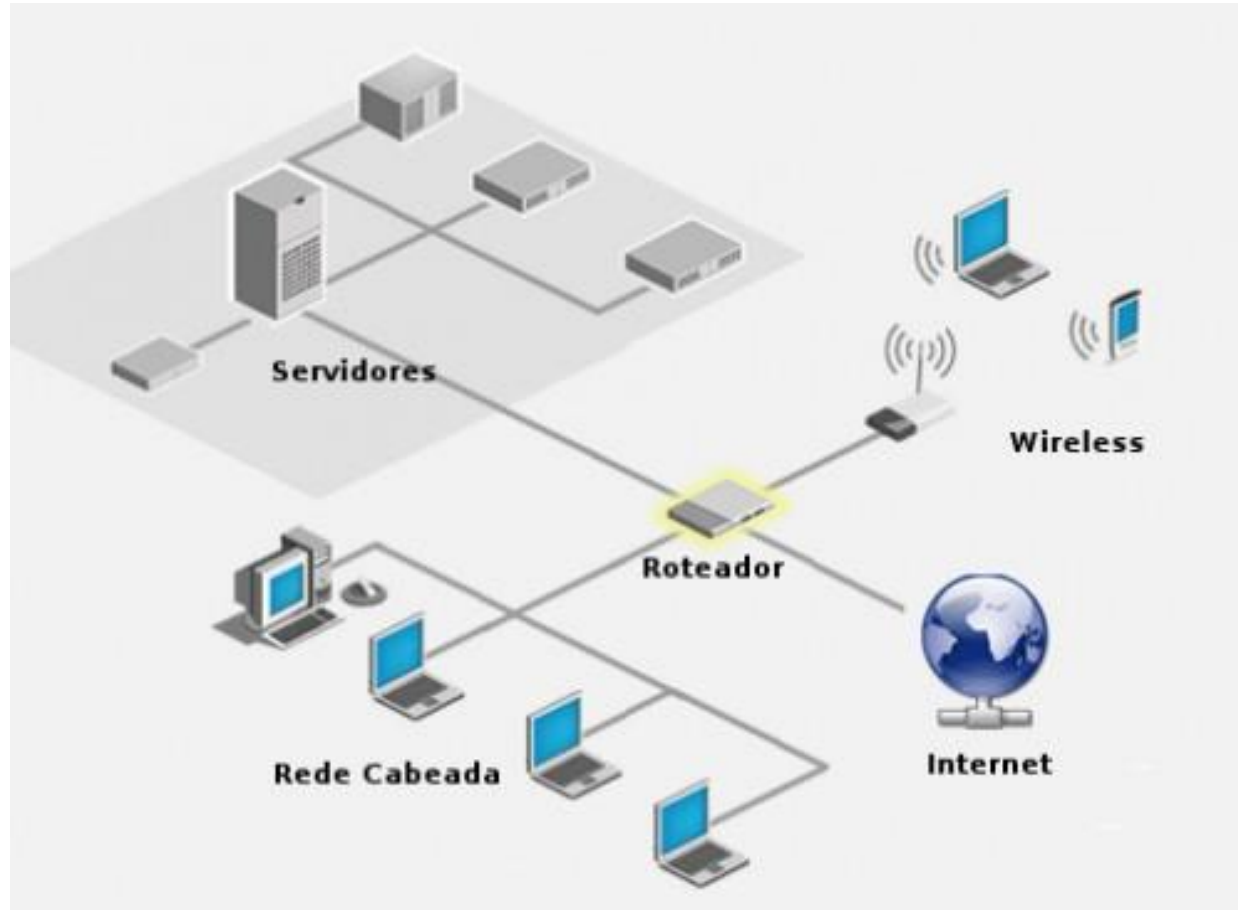
Camada Rede



Fonte: https://madonito12.files.wordpress.com/2010/11/conexion_de_un_red11.jpg

Camada Rede

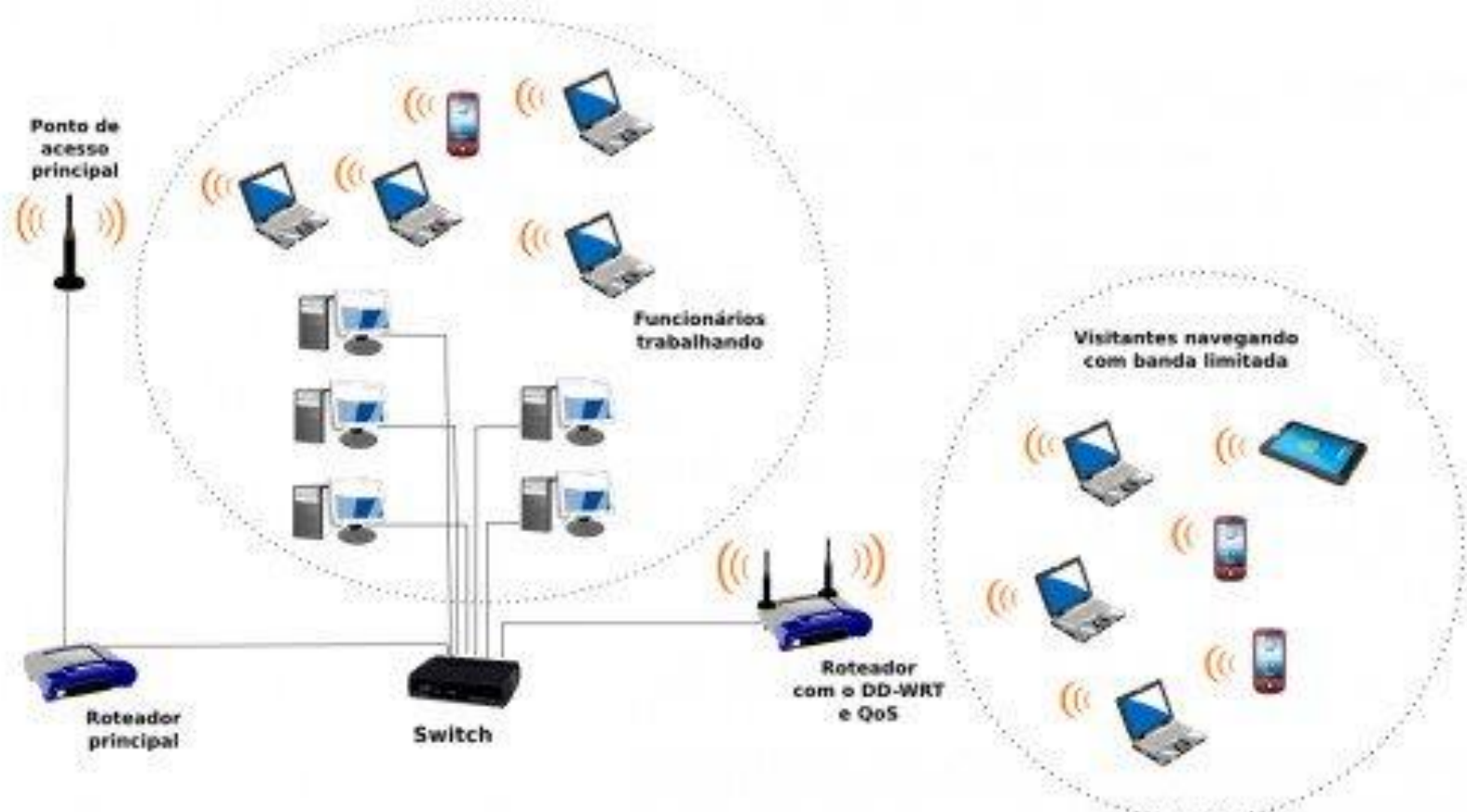
- **ROTEADORES**



Fonte: https://assistentedestudos.com/sistema/banco_imagens/imagens/cbfbdd336ad34449cf388c3e4f354b48c76dc8f8.jpg

Camada Rede

- **ROTEADORES**



Fonte: <http://e.cdn-hardware.com.br/static/20111103/diagrama.png.500x279.auto.jpg?CmsZoomEnable>

Camada Rede



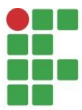
- **Características dos dispositivos**

	HUBS	Roteadores	Switch
Isolamento de Tráfego	Não	Sim	Sim
Plug-and-Play	Sim	Não	Sim
Roteamento ótimo	Não	Sim	Não
Comutação acelerada	Sim	Não	Sim

Camada Rede

- **ROTEAMENTO**

- É a principal forma utilizada na Internet para a entrega de pacotes de dados entre hosts
- São necessários dois elementos:
 - Tabelas de roteamento
 - Protocolos de roteamento

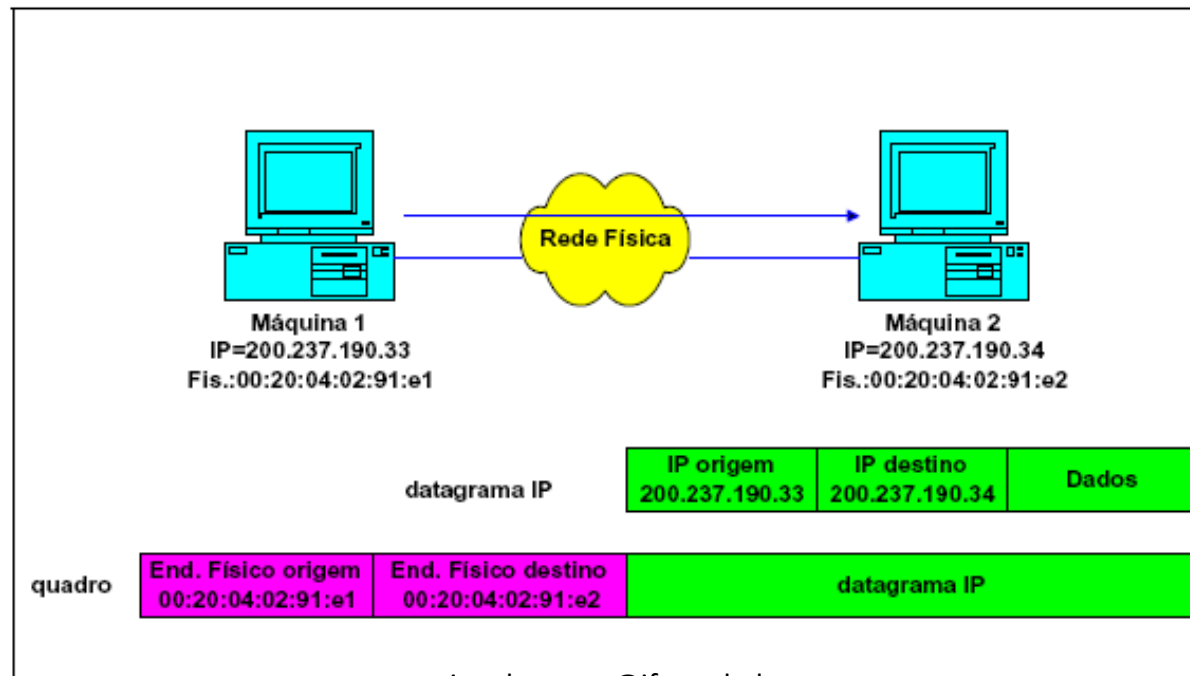


Camada Rede

- **ENTREGA DE PACOTES**

- **ENTREGA DIRETA**

- A máquina destino encontra-se na mesma rede física da máquina origem

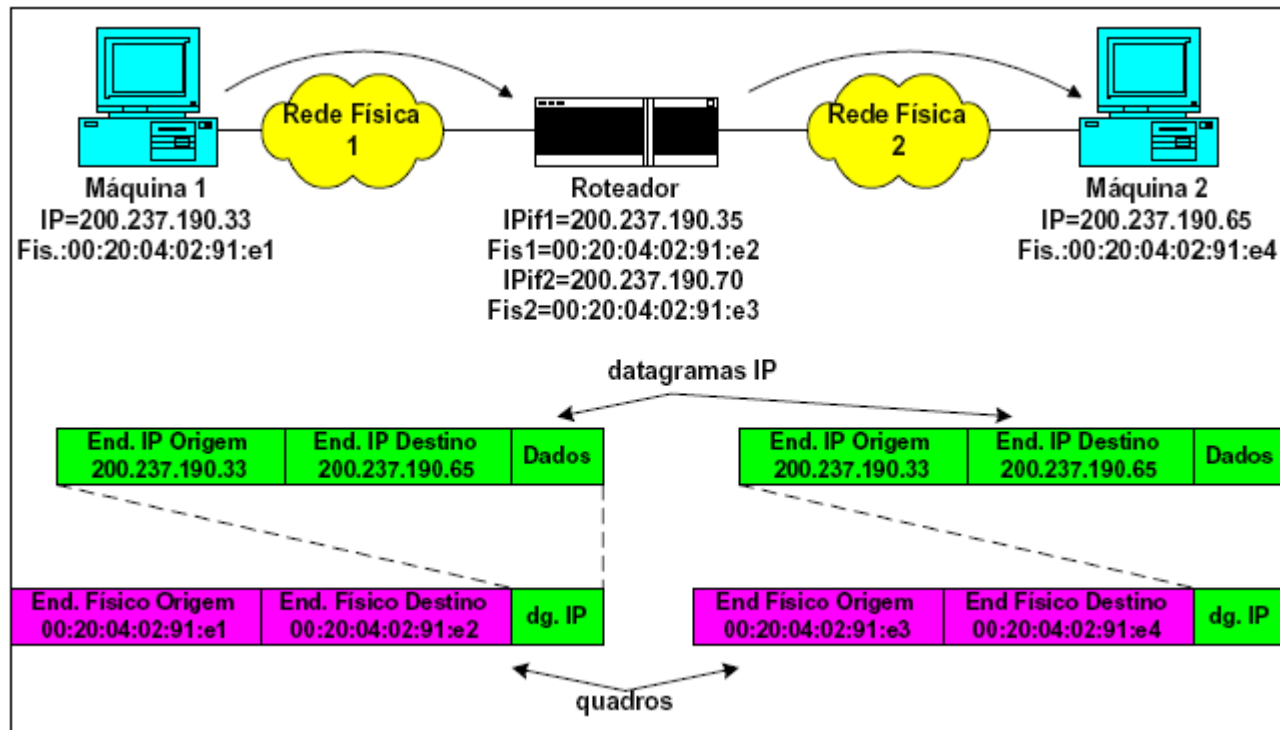


Camada Rede

- **ENTREGA DE PACOTES**

- **ENTREGA INDIRETA**

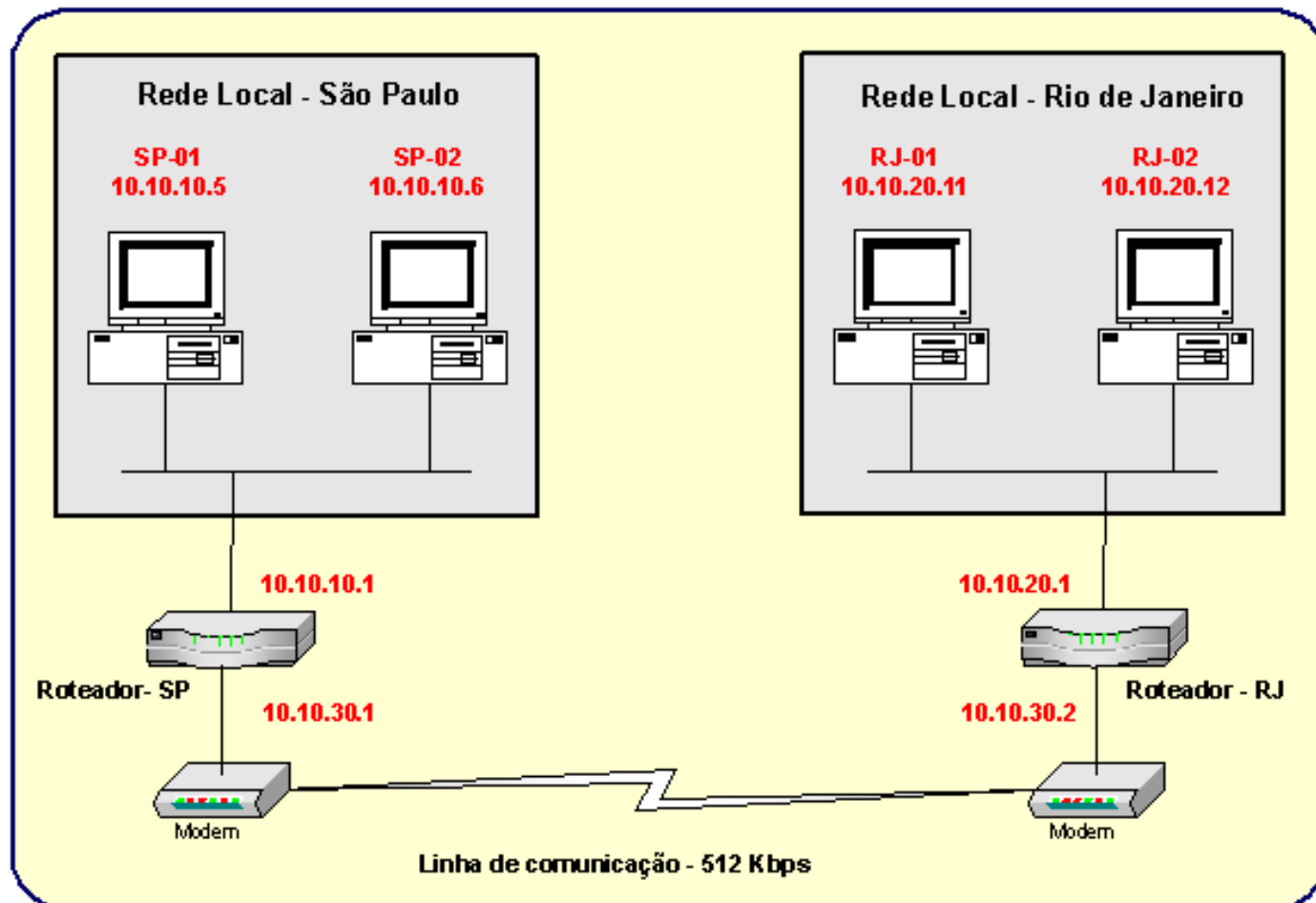
- A máquina destino não encontra-se na mesma rede física da máquina origem

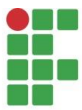




Camada Rede

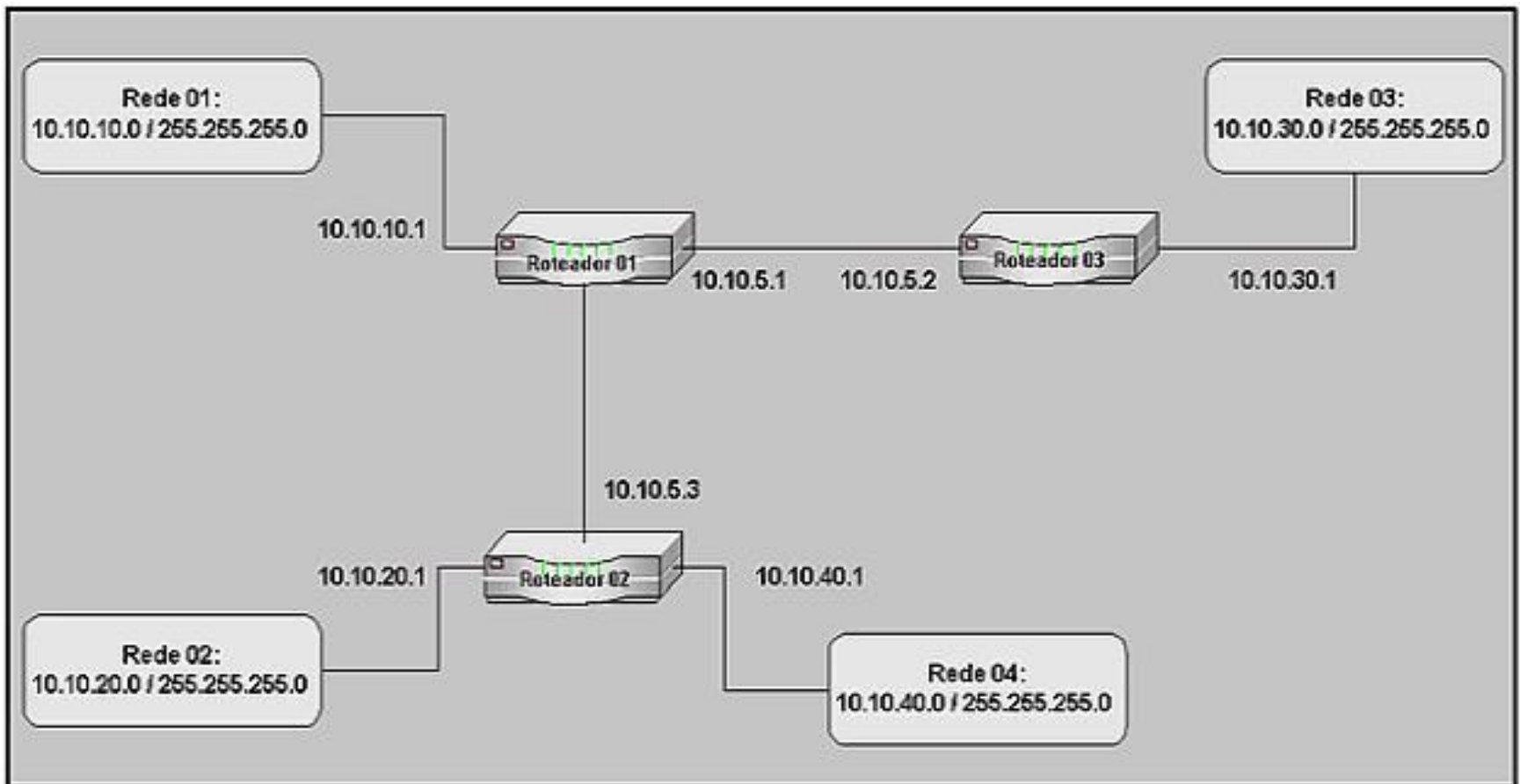
- Roteamento

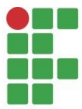




Camada Rede

- Roteamento





Camada Rede

- TABELA DE ROTEAMENTO

– Comando:
route print
route /?

Rede de Destino

Máscara Rede de Destino

Próximo Hop

Interface Utilizada

Distância(Hops) - Métrica

```
C:\ Prompt de comando

=====
Lista de interfaces
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x2 ...00 90 96 bc d3 47 ..... Atheros AR5004G Wireless Network Adapter #2 - Mi
niporta do agendador de pacotes
0x3 ...00 a0 d1 dc d6 2b ..... Realtek RTL8139 Family PCI Fast Ethernet NIC - M
iniporta do agendador de pacotes
=====

Rotas ativas:
Endereço de rede      Máscara      Ender. gateway      Interface      Custo
0.0.0.0               0.0.0.0       192.168.0.1         192.168.0.157  20
127.0.0.0            255.0.0.0     127.0.0.1          127.0.0.1      1
192.168.0.0          255.255.255.0 192.168.0.157      192.168.0.157  20
127.0.0.1            255.0.0.0     127.0.0.1          127.0.0.1      20
192.168.0.157        255.255.255.0 192.168.0.157      192.168.0.157  20
192.168.0.157        255.255.255.0 192.168.0.157      192.168.0.157  20
192.168.0.157        255.255.255.0 192.168.0.157      192.168.0.157  1
255.255.255.255      255.255.255.0 192.168.0.157      192.168.0.157  2
Gateway padrão:      192.168.0.1
=====

Rotas persistentes:
Nenhuma

C:\>
```


Camada Rede

- **TABELA DE ROTEAMENTO**

- Lista de Interfaces

- Mostra as interfaces de rede (NIC – Network Interface Card) existentes no computador

```
=====
Lista de interfaces
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x2 ...00 90 96 bc d3 47 ..... Atheros AR5004G Wireless Network Adapter #2 - Mi
niporta do agendador de pacotes
0x3 ...00 a0 d1 dc d6 2b ..... Realtek RTL8139 Family PCI Fast Ethernet NIC - M
iniporta do agendador de pacotes
=====
```



Camada Rede

- TABELA DE ROTEAMENTO

```
C:\> Prompt de comando

=====
Lista de interfaces
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x2 ...00 90 96 bc d3 47 ..... Atheros AR5004G Wireless Network Adapter #2 - Mi
niporta do adaptador de rede
0x3 ...00 a0 ..... PCI Fast Ethernet NIC - M
iniporta do adaptador de rede
=====
Default Gateway (Rota Padrão)
=====
Rotas ativas:
Endereço de rede      Máscara      Ender. gateway      Interface      Custo
-----
0.0.0.0                0.0.0.0        192.168.0.1         192.168.0.157    20
127.0.0.0             255.0.0.0        127.0.0.1          127.0.0.1        1
192.168.0.0           255.255.255.0    192.168.0.157      192.168.0.157    20
192.168.0.157         255.255.255.255  127.0.0.1          127.0.0.1        20
192.168.0.255         255.255.255.255  192.168.0.157      192.168.0.157    20
224.0.0.0             240.0.0.0        192.168.0.157      192.168.0.157    20
255.255.255.255       255.255.255.255  192.168.0.157      192.168.0.157    1
255.255.255.255       255.255.255.255  192.168.0.157      2                1
Gateway padrão:      192.168.0.1
=====
Rotas persistentes:
Nenhuma

C:\>
```



Camada Rede

- TABELA DE ROTEAMENTO

```
C:\> Prompt de comando

=====
Lista de interfaces
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x2 ...00 90 96 bc d3 47 ..... Atheros AR5004G Wireless Network Adapter #2 - Mi
niporta do agendador de pacotes
0x3 ...00 a0 14 16 01 ..... Realtek RTL8120 Family PCI Fast Ethernet NIC - M
iniporta do a
=====
Para rede 127.0.0.0 (Loopback)
=====
Rotas ativas:
Endereço de rede      Máscara      Ender. gateway      Interface      Custo
-----
0.0.0.0               0.0.0.0       192.168.0.1         192.168.0.157  20
127.0.0.0             255.0.0.0     127.0.0.1          127.0.0.1      1
192.168.0.0           255.255.255.0 192.168.0.157      192.168.0.157  20
192.168.0.157         255.255.255.255 127.0.0.1          127.0.0.1      20
192.168.0.255         255.255.255.255 192.168.0.157      192.168.0.157  20
224.0.0.0             240.0.0.0     192.168.0.157      192.168.0.157  20
255.255.255.255       255.255.255.255 192.168.0.157      192.168.0.157  1
255.255.255.255       255.255.255.255 192.168.0.157      2              1
Gateway padrão:      192.168.0.1
=====
Rotas persistentes:
Nenhuma

C:\>
```



Camada Rede

- TABELA DE ROTEAMENTO

```
C:\> Prompt de comando

=====
Lista de interfaces
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x2 ...00 90 96 bc d3 47 ..... Atheros AR5004G Wireless Network Adapter #2 - Mi
niporta do agendador de pacotes
0x3 ...00 a0 d1 dc d6 2b ..... Realtek RTL8139 Family PCI Fast Ethernet NIC - M
iniporta do agendador de pacotes
=====
Para a rede 192.168.0.0
=====
Rotas ativas:
Endereço de rede      Máscara      Ender. gateway      Interface      Custo
0.0.0.0               0.0.0.0       192.168.0.1         192.168.0.157    20
127.0.0.0             255.0.0.0     127.0.0.1           127.0.0.1        1
192.168.0.0           255.255.255.0 192.168.0.157       192.168.0.157    20
192.168.0.157         255.255.255.255 127.0.0.1           127.0.0.1        20
192.168.0.255         255.255.255.255 192.168.0.157       192.168.0.157    20
224.0.0.0             240.0.0.0     192.168.0.157       192.168.0.157    20
255.255.255.255       255.255.255.255 192.168.0.157       192.168.0.157    1
255.255.255.255       255.255.255.255 192.168.0.157       2                1
Gateway padrão:      192.168.0.1
=====
Rotas persistentes:
Nenhuma

C:\>
```



Camada Rede

- TABELA DE ROTEAMENTO

```
C:\> Prompt de comando

=====
Lista de interfaces
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x2 ...00 90 96 bc d3 47 ..... Atheros AR5004G Wireless Network Adapter #2 - Mi
niporta do agendador de pacotes
0x3 ...00 a0 d1 dc d6 2b ..... Realtek RTL8139 Family PCI Fast Ethernet NIC - M
iniporta do agendador de pacotes
=====
Rotas ativas: Para host 192.168.0.157 (Local Host)
Endereço de destino  Interface  Custo
0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.0.1 192.168.0.157 20
127.0.0.0 255.0.0.0 127.0.0.1 127.0.0.1 1
192.168.0.0 255.255.255.0 192.168.0.157 192.168.0.157 20
192.168.0.157 255.255.255.255 127.0.0.1 127.0.0.1 20
192.168.0.255 255.255.255.255 192.168.0.157 192.168.0.157 20
224.0.0.0 240.0.0.0 192.168.0.157 192.168.0.157 20
255.255.255.255 255.255.255.255 192.168.0.157 192.168.0.157 1
255.255.255.255 255.255.255.255 192.168.0.157 2 1
Gateway padrão: 192.168.0.1
=====
Rotas persistentes:
Nenhuma
C:\>
```



Camada Rede

- TABELA DE ROTEAMENTO

```
C:\> Prompt de comando

=====
Lista de interfaces
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x2 ...00 90 96 bc d3 47 ..... Atheros AR5004G Wireless Network Adapter #2 - Mi
niporta do agendador de pacotes
0x3 ...00 a0 d1 dc d6 2b ..... Realtek RTL8139 Family PCI Fast Ethernet NIC - M
iniporta do agendador de pacotes
=====
Rotas ativas:
Endereço de destino      Interface      Custo
127.0.0.0                127.0.0.1      1
192.168.0.0              192.168.0.157  20
192.168.0.157            127.0.0.1      20
192.168.0.255            192.168.0.157  20
224.0.0.0                192.168.0.157  20
255.255.255.255          192.168.0.157  1
255.255.255.255          192.168.0.157  2
Gateway padrão:          192.168.0.1

Rotas persistentes:
Nenhuma

C:\>
```



Camada Rede

- TABELA DE ROTEAMENTO

```
C:\> Prompt de comando

=====
Lista de interfaces
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x2 ...00 90 96 bc d3 47 ..... Atheros AR5004G Wireless Network Adapter #2 - Mi
niporta do agendador de pacotes
0x3 ...00 a0 d1 dc d6 2b ..... Realtek RTL8139 Family PCI Fast Ethernet NIC - M
iniporta do agendador de pacotes
=====
Rotas ativas:
Endereço de destino      Interface      Custo
-----
0.0.0.0 Multicast      192.168.0.157    20
127.0.0.1                127.0.0.1        1
192.168.0.0              192.168.0.157    20
192.168.0.157            127.0.0.1        20
192.168.0.255            192.168.0.157    20
224.0.0.0                192.168.0.157    20
255.255.255.255          192.168.0.157    1
255.255.255.255          192.168.0.157    2
Gateway padrão:          192.168.0.1
=====
Rotas persistentes:
Nenhuma

C:\>
```



Camada Rede

- TABELA DE ROTEAMENTO

```
C:\> Prompt de comando

=====
Lista de interfaces
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x2 ...00 90 96 bc d3 47 ..... Atheros AR5004G Wireless Network Adapter #2 - Mi
niporta do agendador de pacotes
0x3 ...00 a0 d1 dc d6 2b ..... Realtek RTL8139 Family PCI Fast Ethernet NIC - M
iniporta do agendador de pacotes
=====
Rotas ativas:
Endereço  Interface  Custo
127.0.0.1  127.0.0.1      1
192.168.0.157  192.168.0.157  20
192.168.0.157  255.255.255.255  127.0.0.1  127.0.0.1  20
192.168.0.255  255.255.255.255  192.168.0.157  192.168.0.157  20
224.0.0.0  240.0.0.0  192.168.0.157  192.168.0.157  20
255.255.255.255  255.255.255.255  192.168.0.157  192.168.0.157  1
255.255.255.255  255.255.255.255  192.168.0.157  2 1
Gateway padrão: 192.168.0.1
Rotas persistentes:
Nenhuma
C:\>
```

Broadcast Limitado (DHCP Discovery)

Camada Rede

- **ISP E BACKBONES DA INTERNET**

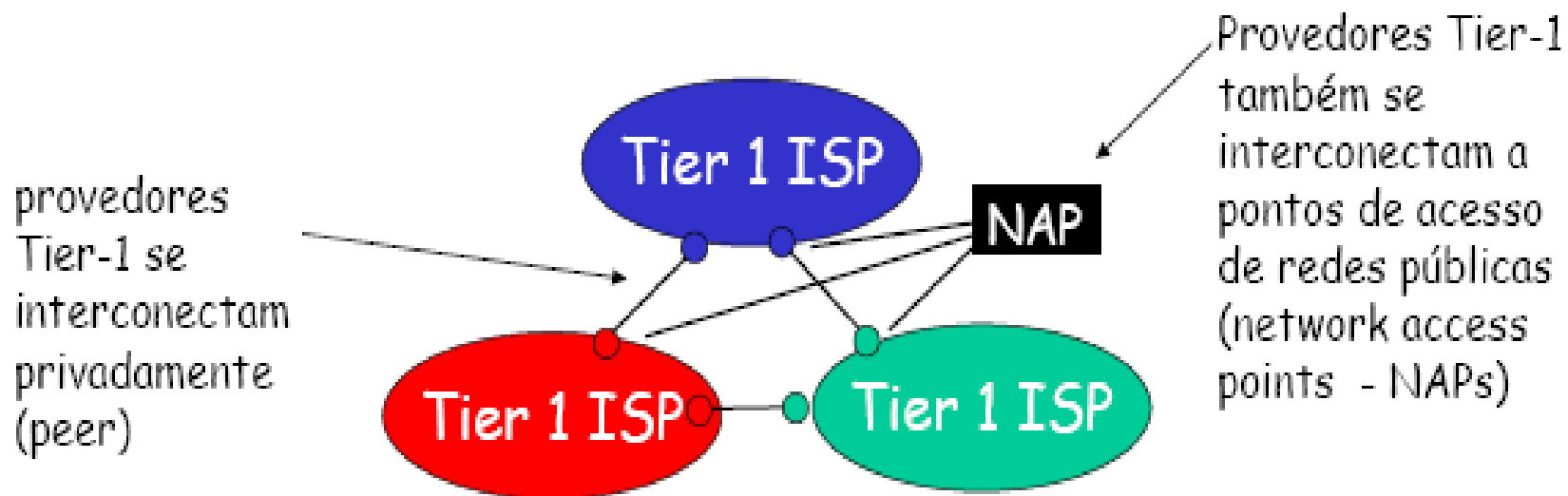
- Sistemas finais se conectam à Internet por meio de uma rede de acesso
- ISP (Internet Service Providers)
- Internet é uma rede de redes
- ISP Classificados em níveis
 - Nível 1
 - Nível 2
 - Nível 3

Camada Rede

- **IPS de Nível 1 (Tier 1)**
 - Conectam diretamente cada um dos outros ISPs de nível 1
 - Conectam um grande número de ISPs de nível 2
 - Tem cobertura internacional
 - São conhecidos como **backbone da Internet**
 - Empresas: Embratel, MCI, Sprint, AT&T, Cable and Wireless

Camada Rede

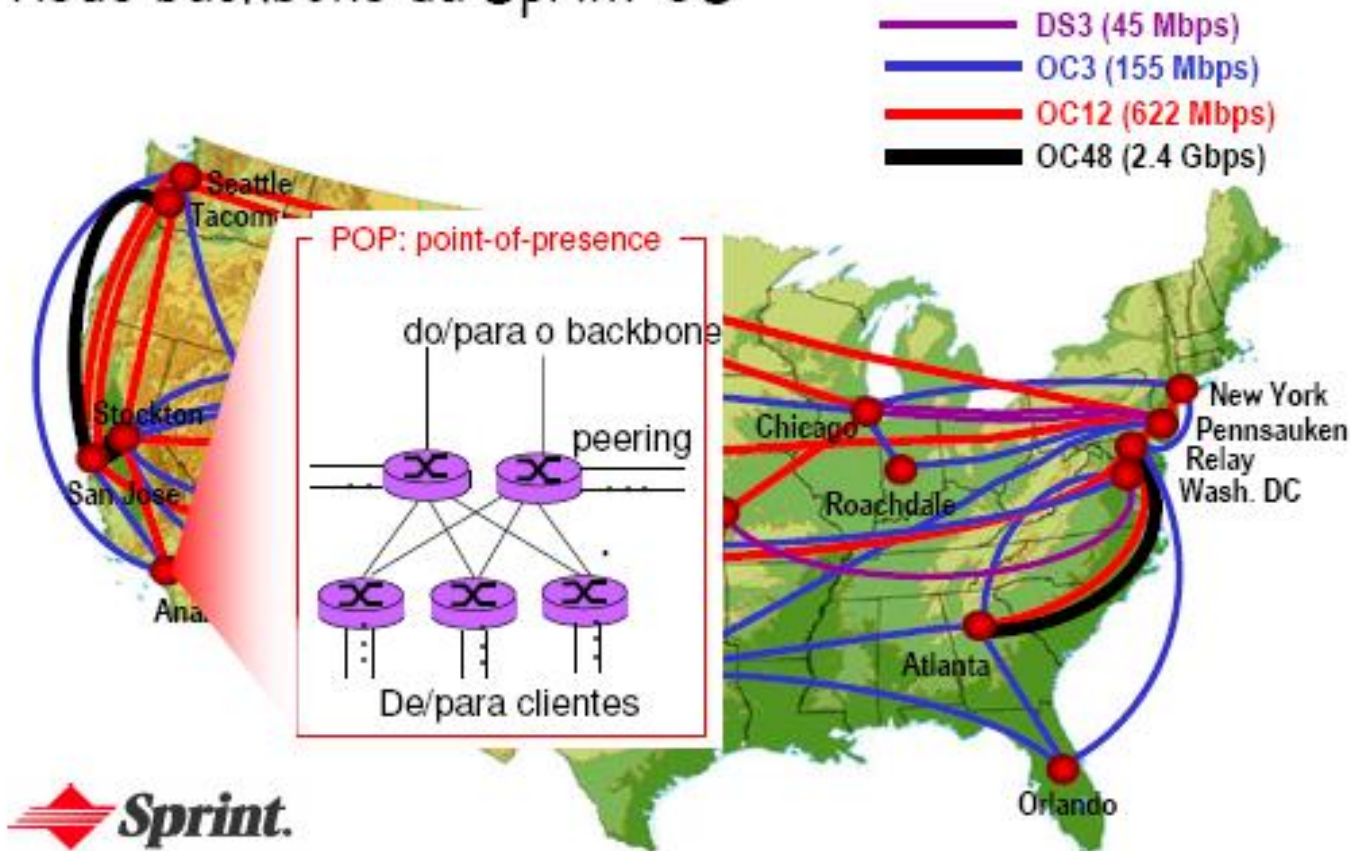
- IPS de Nível(Camada) 1 (Tier 1)





Camada Rede

Rede backbone da Sprint US



DS3 - Digital Signal level 3
OC3 - Optical Carrier level 3

Camada Rede

- **ISPs de Nível(Camada) 2**
 - Tem alcance regional ou nacional
 - Conecta-se apenas a uns poucos ISPs de nível 1
 - É denominado **cliente** de ISP de nível 1(**provedor**)
- **ISPs de Nível(Camada) 3**
 - ISPs de acesso
 - Próximas dos end systems

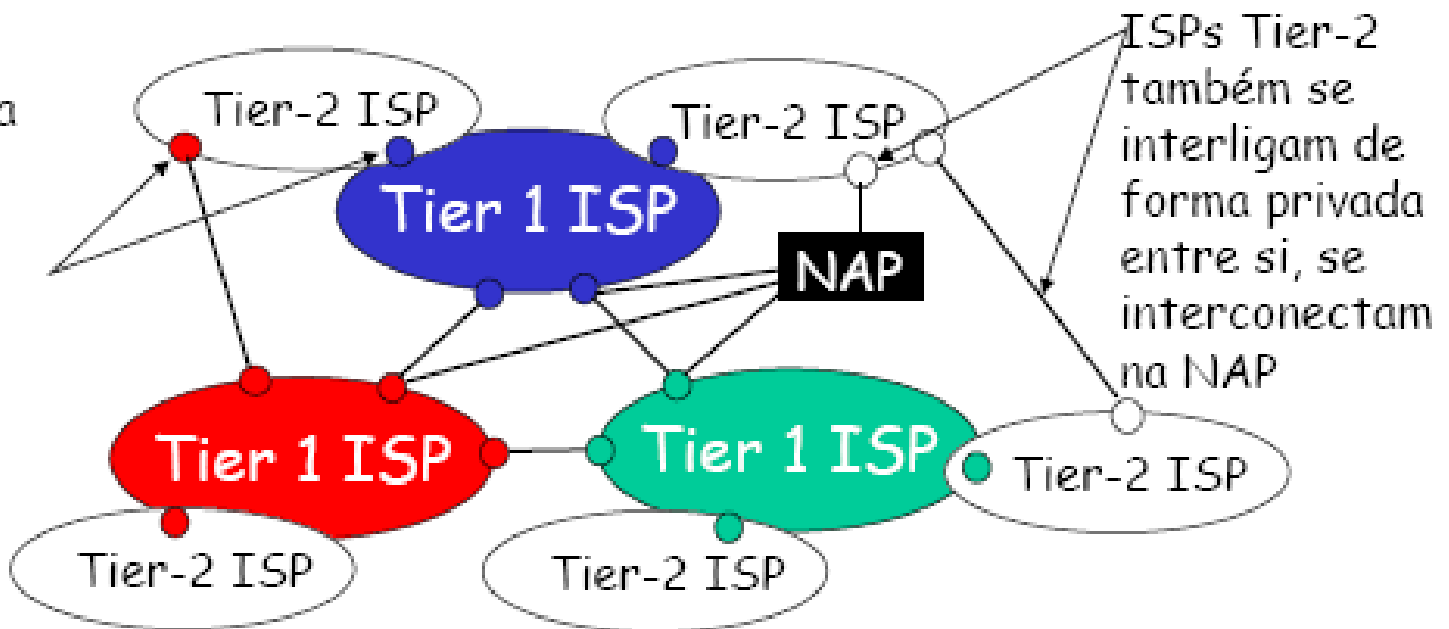


Camada Rede

- ISPs de Nível(Camada) 2

ISP Tier-2 paga
ISP tier-1 para
ter
conectividade
com o resto da
Internet

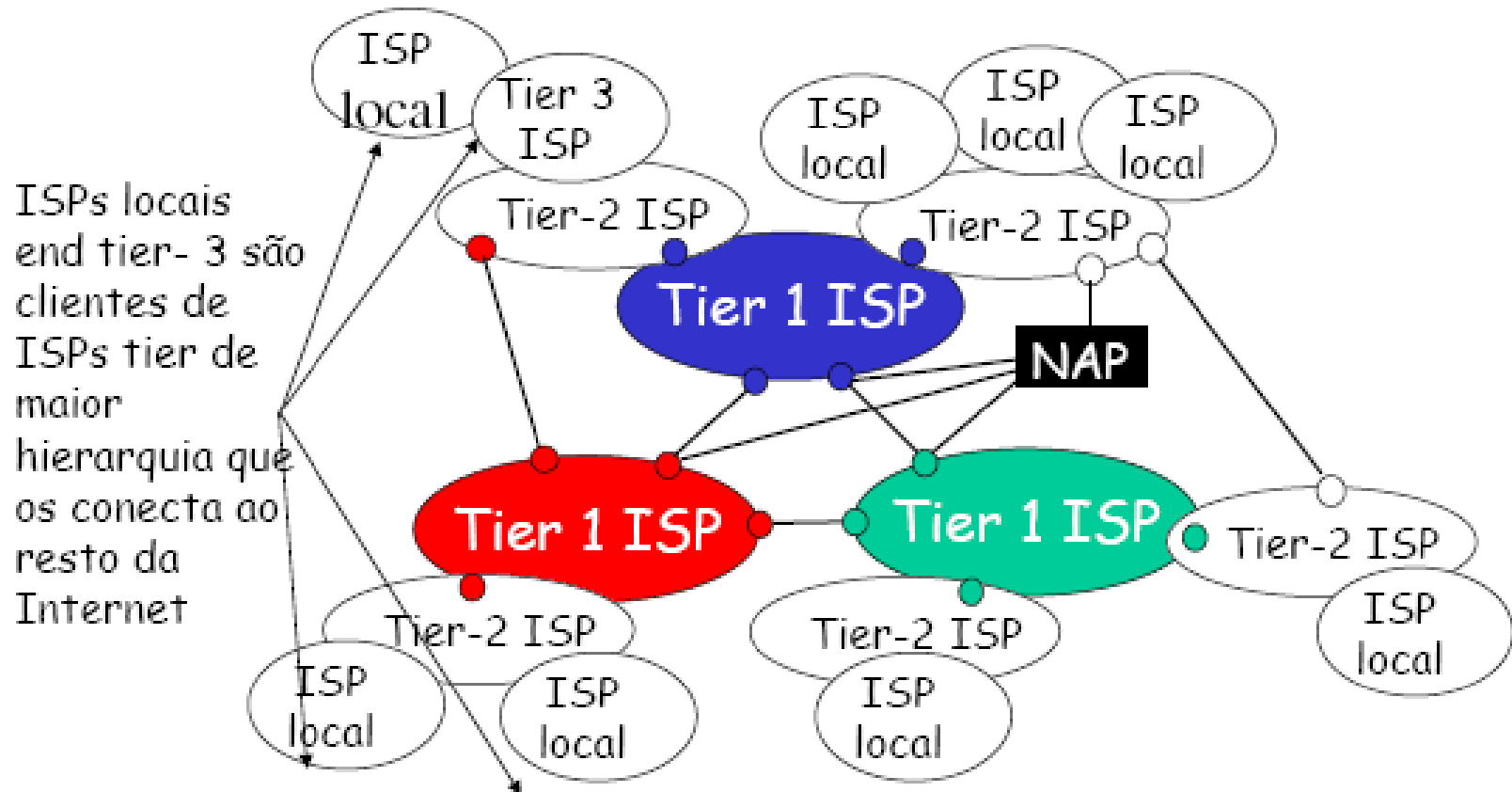
□ ISP tier-2 é
cliente do
provedor tier-1





Camada Rede

- ISPs de Nível(Camada) 3

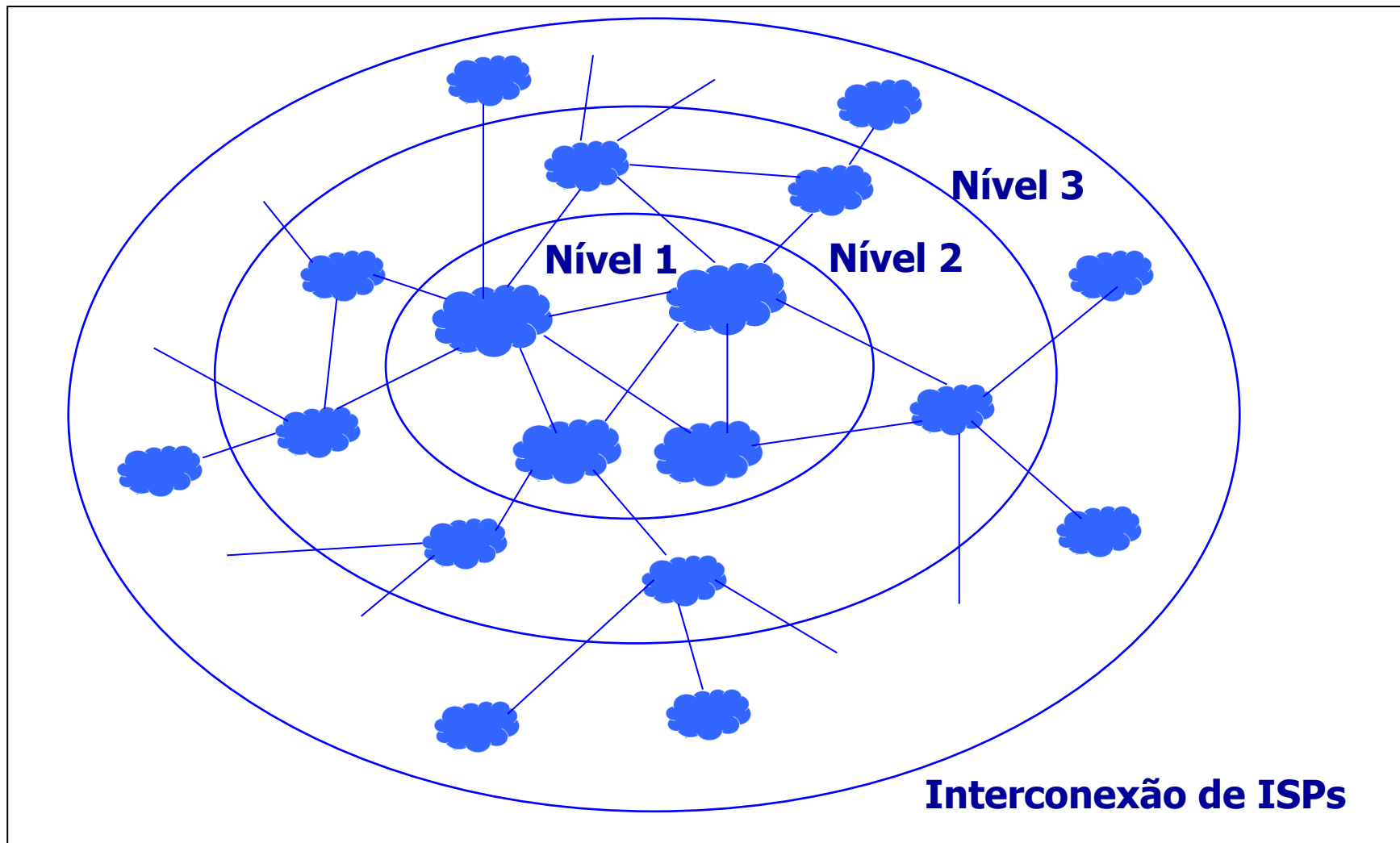


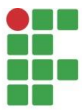
Camada Rede

- Os ISPs podem vender serviços a usuários finais ou a outros níveis
- Quando dois ISPs estão ligados diretamente um ao outro são chamados de **pares** (peers)



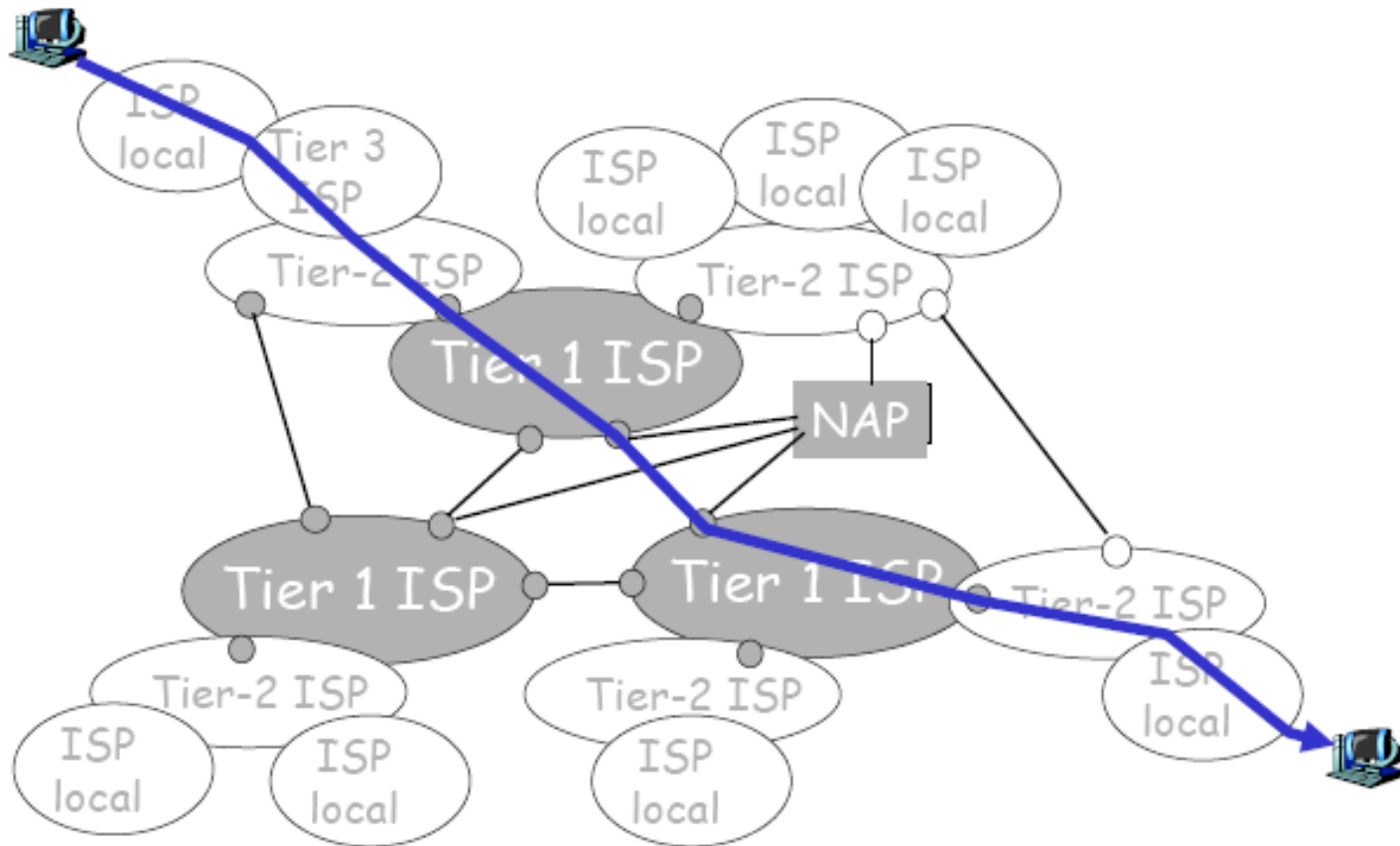
Camada Rede

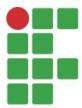




Camada Rede

- CAMINHO DO PACOTE**





Camada Rede

- **Backbone Embratel (Nacional)**

Giga PoPs

CR-RJO
CR-RJO-MKZ
CR-RJO-ARC
CR-SPO-IG
CR-SPO-LP
CR-SPO-MB
CR-CAS
CR-CTA
CR-PAE
CR-SDR
CR-BHE
CR-BSA

Maior

- * diversidade
- * capacidade
- * qualidade
- * confiabilidade

 ATM 155 Mbps/622 Mbps



Obs: Redes ATM e E1 e dos protocolos TCP/IP, PPP e HDLC



Camada Rede

- **Backbone Embratel (Internacional)**



Referências



- FOROUZAN, Behrouz A. **Comunicação de dados e redes de computadores**. 4. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.
- KUROSE, Jim F. ROSS, Keith W. **Redes de Computadores e a Internet**. Uma nova abordagem. 3. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2006.
- TANENBAUM, Andrew S. **Redes de computadores**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- COMER, Douglas E. **Internetworking with TCP/IP. Principal, Protocolos, and Architecture**. 2.ed. New Jersey: Prantice Hall, 1991. v.1.
- OPPENHEIMER, Priscilla. **Projeto de Redes Top-down**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.
- GASPARINNI, Anteu Fabiano L., BARELLA, Francisco Rogério. **TCP/IP Solução para conectividade**. São Paulo: Editora Érica Ltda., 1993.
- Gigabit Ethernet White Paper
by Gigabit Ethernet Alliance (1997)
[http://www.gigabit-ethernet.org/
technology/whitepapers/gige_0997/papers97_toc.html](http://www.gigabit-ethernet.org/technology/whitepapers/gige_0997/papers97_toc.html)

Referências



- SPURGEON, Charles E. **Ethernet: o guia definitivo**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- SOARES, Luiz Fernando G. **Redes de Computadores: das LANs, MANs e WANs às redes ATM**. Rio de Janeiro: Campus, 1995.
- CARVALHO, Tereza Cristina Melo de Brito (Org.). **Arquitetura de Redes de Computadores OSI e TCP/IP**. 2. Ed. rev. ampl. São Paulo: Makron Books do Brasil, Brisa; Rio de Janeiro: Embratel; Brasília, DF: SGA, 1997.
- COMER, Douglas E. **Interligação em rede com TCP/IP**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998. v.1.
- ARNETT, Matthen Flint. **Desvendando o TCP/IP**. Rio de Janeiro: Campus, 1997. 543 p.
- ALVES, Luiz. **Comunicação de dados**. 2. Ed. rev. ampl. São paulo: Makron Books do Brasil, 1994.
- DEFLER, Frank J. **Tudo sobre cabeamento de redes**. Rio de Janeiro: Campus, 1994
- www.laercio.com.br
- www.feiradeciencias.com.br