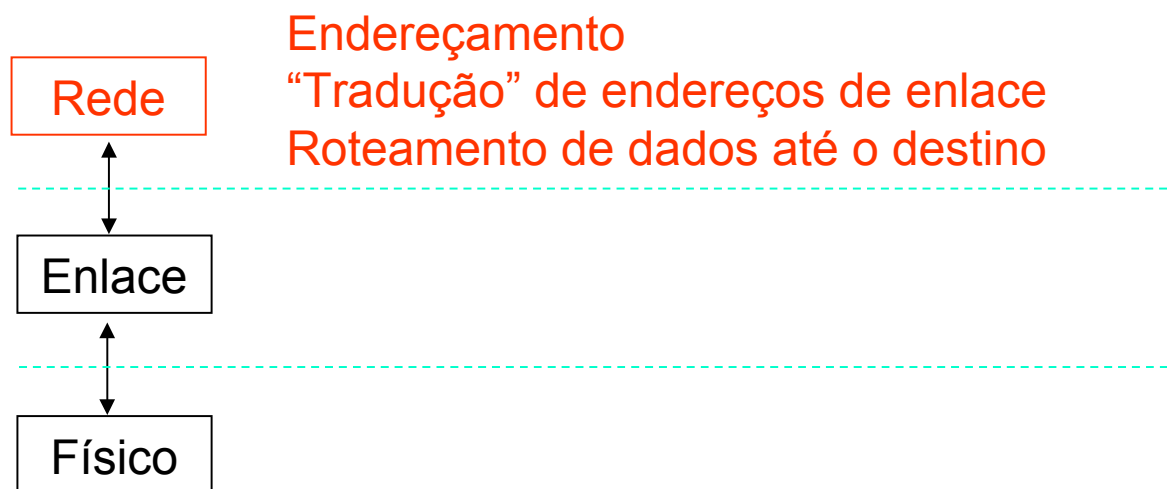


Camada de rede

Camada de rede





INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

Camada de rede

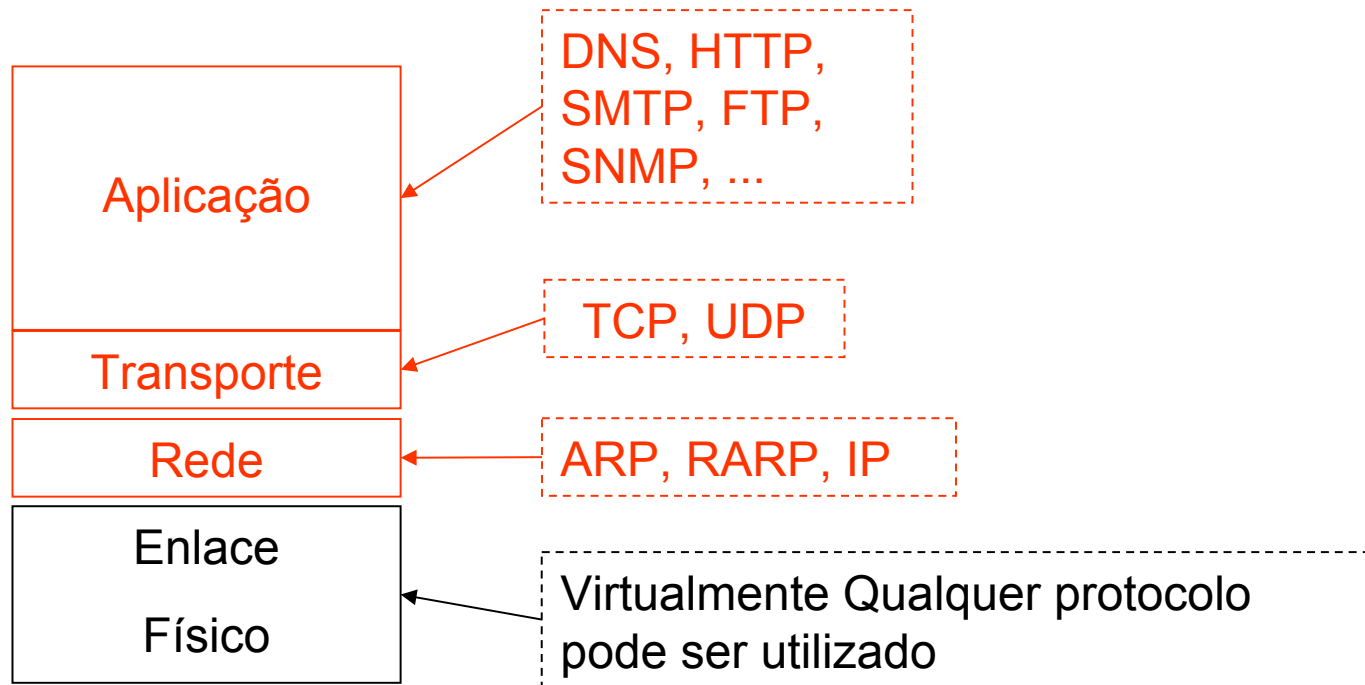
Provê os meios para transmissão de dados entre entidades do nível de transporte

Deve tornar transparente para as entidades de transporte de que forma os recursos dos níveis inferiores são usados



Camada de rede

- Modelo Internet TCP/IP





Camada de rede

- Modelo Internet TCP/IP
 - No modelo Internet TCP/IP nenhuma afirmação é feita sobre os níveis físico e enlace
 - A priori **qualquer estrutura** que se enquadre no modelo RM-OSI **pode ser utilizada**
 - Facilitou (e incentivou) a adoção do modelo Internet
 - A partir do Camada de rede a **implementação é 100% em software**, normalmente fazendo parte do núcleo do SO
 - Facilita a migração das redes existentes na época

Camada de rede

- Modelo Internet TCP/IP
 - Para as camadas de **rede**, **transporte** e **aplicação** o modelo especifica explicitamente TODOS os protocolos a serem utilizados
 - Especificação dos protocolos é gratuita
 - Coordenada pelo IETF (www.ietf.org)
 - Pela primeira vez **se conseguiu uma interoperabilidade real** entre diversas redes



Camada de rede

- A Camada de rede possui, entre outras, as seguintes funções
 - **Endereçamento**
 - Atribuição de endereços lógicos (endereços IP) a cada uma das estações da rede
 - **Tradução de endereços**
 - Realizar o mapeamento entre os endereços lógicos (IP) em físicos (MAC)
 - **Roteamento**
 - Encaminhamento das unidades de dados até o seu destino, passando pelos sistemas intermediários



Camada de rede

- Protocolo IP
 - Implementa as funções de **endereçamento** e **roteamento**
 - Opera pela transferência de blocos de dados denominados **datagramas**
 - A origem e destino de cada datagrama são identificados através de endereços presentes no seu cabeçalho
 - **Cada datagrama é tratado de forma independente** pela rede, não possuindo nenhuma relação com qualquer outro

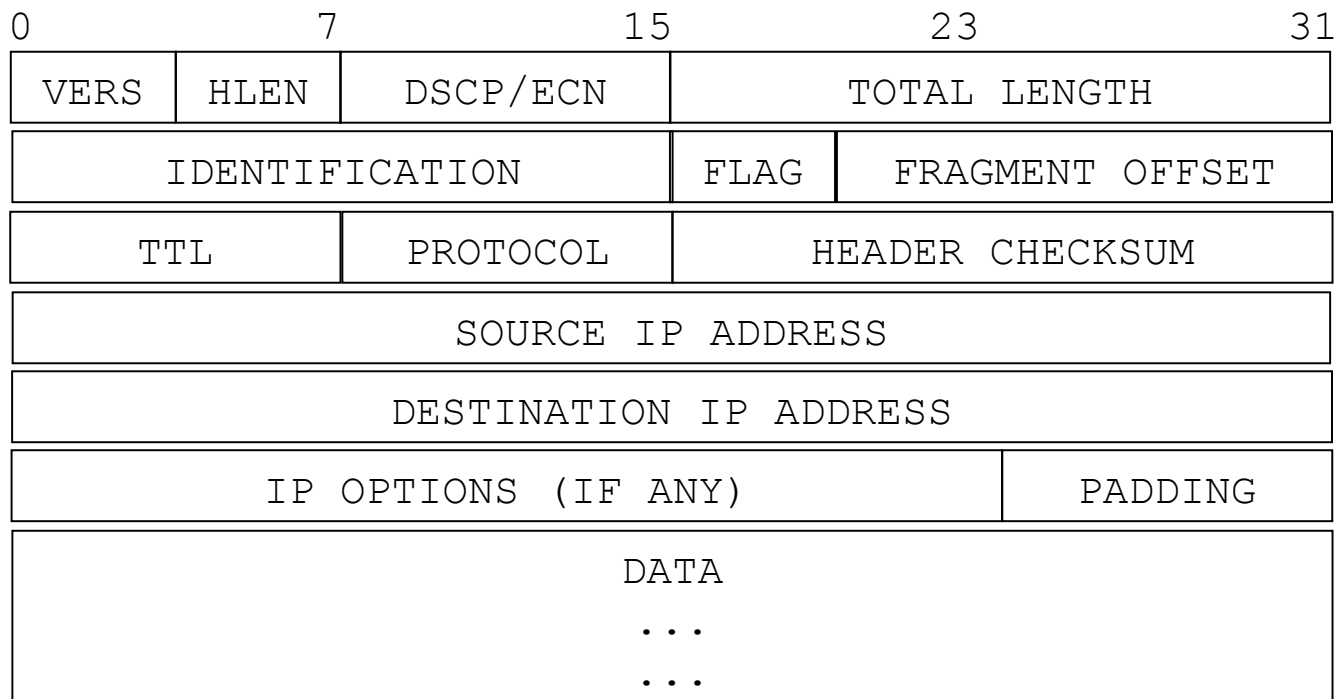


Camada de rede

- Protocolo IP
 - Características
 - **Não** confiável
 - **Não** orientado a conexão
 - **Não** realiza controle de erro
 - **Não** realiza controle de fluxo
 - Todas estas funções são deixadas para, se desejado, serem implementadas no nível de transporte

Camada de rede

- Protocolo IP
 - O formato de um datagrama IPv4 é mostrado a seguir



Camada de rede

- Protocolo IPv4
 - Significado dos principais campos
 - **VERS**: Indica a versão do protocolo IP (4)
 - **HLEN**: Tamanho do cabeçalho (em múltiplos de 32)
 - **DSCP/ECN**: Inicialmente chamado de TOS
 - **DSCP**: Possibilita a atribuição de diversos níveis de prioridade no encaminhamento do datagrama
 - **ECN**: Possibilita a notificação de situações onde há a eminência de congestionamento na rede. Tenta evitar o descarte de datagramas



Camada de rede

- Protocolo IPv4
 - Significado dos principais campos
 - **TOTAL LENGTH**: Tamanho total do datagrama
 - **TTL**: Usado para limitar o número de roteadores pelos quais um pacote pode passar
 - Sempre que passa por um roteador seu valor é decrementado
 - Se chegar a 0 o datagrama é descartado



Camada de rede

- Protocolo IPv4
 - Significado dos principais campos
 - **HEADER CHECKSUM**: Controle de erros para o cabeçalho do pacote
 - **SOURCE IP ADDRESS, DESTINATION IP ADDRESS**: Endereços IP de origem e destino
 - **DATA**: Dados
 - Na teoria um datagrama IP pode ter até 64k bits
 - Na prática normalmente se utilizam datagramas menores



Camada de rede

- Endereçamento - IPv4
 - O endereçamento é feito pela atribuição de um (ou mais) endereços IP a cada equipamento da rede
 - **Quatro bytes** (A.B.C.D) cada um variando **de 0 a 255**
 - “Distribuídos” (vendidos) por provedores de backbone
 - No Brasil, operadoras de telefonia e RNP



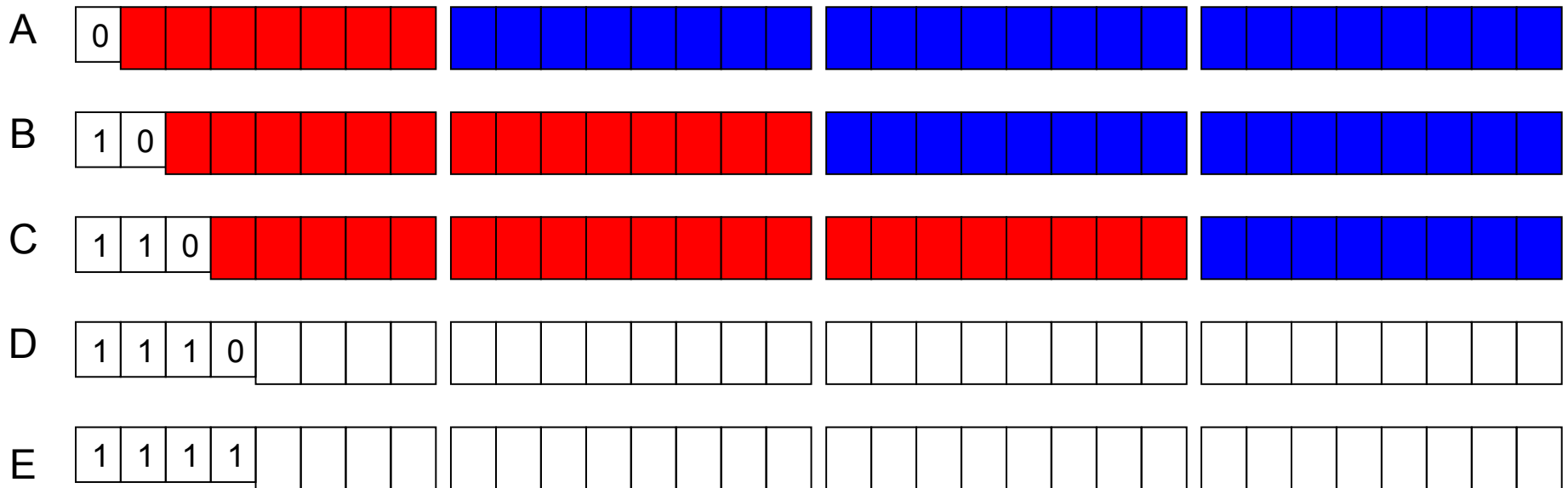
Camada de rede

- Endereçamento - IPv4
 - Endereços IP são divididos em 5 “classes”,
delimitadas pelo valor do primeiro byte
 - As três primeiras classes são de uso geral
 - As duas últimas tem finalidades específicas



Camada de rede

- Endereçamento - IPv4



 Redes

 Máquinas



Camada de rede

- Endereçamento - IPv4
 - Classes de endereços
 - **Classe A** : 0.0.0.0 até 127.255.255.255
 - **Classe B** : 128.0.0.0 até 191.255.255.255
 - **Classe C** : 192.0.0.0 até 223.255.255.255
 - **Classe D** (endereços multicast) : 224.0.0.0 até 239.255.255.255
 - **Classe E** (reservados para uso futuro): 240.0.0.0 até 255.255.255.255

Camada de rede

- Endereçamento - IPv4
 - As classes **A**, **B** e **C** possuem uma faixa de endereços reservados para uso em redes privadas (intranets), que não devem ser utilizados na Internet pública
 - **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 192.168.255.255



Camada de rede

- Endereçamento - IPv4
 - Endereço de “**loopback**”
 - É um endereço especial, usado na comunicação entre **processos de um mesmo computador**.
 - Normalmente é utilizado o IP 127.0.0.1



Camada de rede

- Endereçamento - Máscaras de rede
 - Separam a parte que identifica a “rede” da parte que identifica a “máquina” de um endereço
 - Em uma máscara
 - Todos os bits “rede” == 1
 - Todos os bits “máquina” == 0
 - A máscara de rede delimita a faixa de endereços que pertence a cada rede



Camada de rede

- Endereçamento - Máscaras de rede
 - O **primeiro endereço** (da faixa de endereços) de cada rede é chamado de **endereço de rede**
 - O **último endereço** (da faixa de endereços) de cada rede é chamado de **endereço de broadcast**
 - Os endereços de rede e de broadcast podem ser facilmente calculados, dados um IP e uma máscara



Camada de rede

- Endereçamento - Máscaras de rede
 - Se duas entidades quaisquer possuem o **mesmo endereço de rede**
 - Elas estão em uma **mesma rede IP**
 - Estão em um mesmo *domínio de broadcast*
 - Estão em uma mesma rede lógica
 - **Elas podem se comunicar diretamente**, sem o auxílio de nenhuma outra entidade da rede



Camada de rede

- Endereçamento - Máscaras de rede
 - Se duas entidades quaisquer possuem o **endereço de rede distintos**
 - Elas estão em **redes IP distintas**
 - **Só podem se comunicar através de um processo chamado de roteamento**, com o auxílio de uma outra entidade da rede (roteador)



Camada de rede

- Endereçamento - Máscaras de rede
 - Valores possíveis para cada byte de uma máscara:

0: 00000000

128: 10000000

192: 11000000

224: 11100000

240: 11110000

248: 11111000

252: 11111100

254: 11111110

255: 11111111

Camada de rede

- Endereçamento – Endereços de rede e broadcast
 - Dado um endereço IP e uma máscara de rede podemos calcular facilmente os endereços de rede e broadcast como descrito a seguir

Camada de rede

- Endereçamento – Endereços de rede e broadcast

Exemplo 1: IP = 200.179.145.123 Máscara = 255.255.255.0

IP: 200.179.145.123	=	11001000.10110011.10010001.	01111011
Máscara: 255.255.255.0	=	11111111.11111111.11111111.	00000000
Rede: 200.179.145.0	=	11001000.10110011.10010001.	00000000
Bcast: 200.179.145.255	=	11001000.10110011.10010001.	11111111

A partir do ponto onde a máscara muda de 1 pra 0: Todos os bits iguais a 1

A partir do ponto onde a máscara muda de 1 pra 0: Todos os bits iguais a 0

Camada de rede

- Endereçamento – Endereços de rede e broadcast

Exemplo 2: IP = 10.4.128.116 Máscara = 255.255.240.0

IP: 10.4.128.116	=	00001010.00000100.1000	0000.01110100
Máscara: 255.255.240.0	=	11111111.11111111.1111	0000.00000000
Rede: 10.4.128.0	=	00001010.00000100.1000	0000.00000000
Bcast: 10.4.143.255	=	00001010.00000100.1000	1111.11111111

A partir do ponto onde a máscara muda de 1 pra 0: Todos os bits iguais a 1

A partir do ponto onde a máscara muda de 1 pra 0: Todos os bits iguais a 0

Camada de rede

- Endereçamento – Endereços de rede e broadcast

Exemplo 3: IP = 126.45.13.116 Máscara = 255.255.255.248

IP: 126.45.13.116	=	01111110.00101101.00001101.011110	100
Masc: 255.255.255.248	=	11111111.11111111.11111111.11111	000
Rede: 126.45.13.112	=	01111110.00101101.00001101.011110	000
Bcast: 126.45.13.119	=	01111110.00101101.00001101.011110	111

A partir do ponto onde a máscara muda de 1 pra 0: Todos os bits iguais a 1

A partir do ponto onde a máscara muda de 1 pra 0: Todos os bits iguais a 0



Camada de rede

- Endereçamento – Representação das máscaras de rede
 - Máscaras de rede são normalmente representadas
 - Por extenso
 - Pelo número de bits iguais a “1”
 - Exemplos

255.0.0.0 = /8

255.255.255.0 = /24

255.255.128.0 = /17

255.255.240.0 = /20



Camada de rede

- Endereçamento – Representação das máscaras de rede
 - Desta forma as seguintes representações são equivalentes

Endereço IP/Máscara
192.123.89.123/255.255.255.0
192.123.89.123/24

Endereço IP/Máscara
200.19.145.12/255.255.240.0
200.19.145.12/20

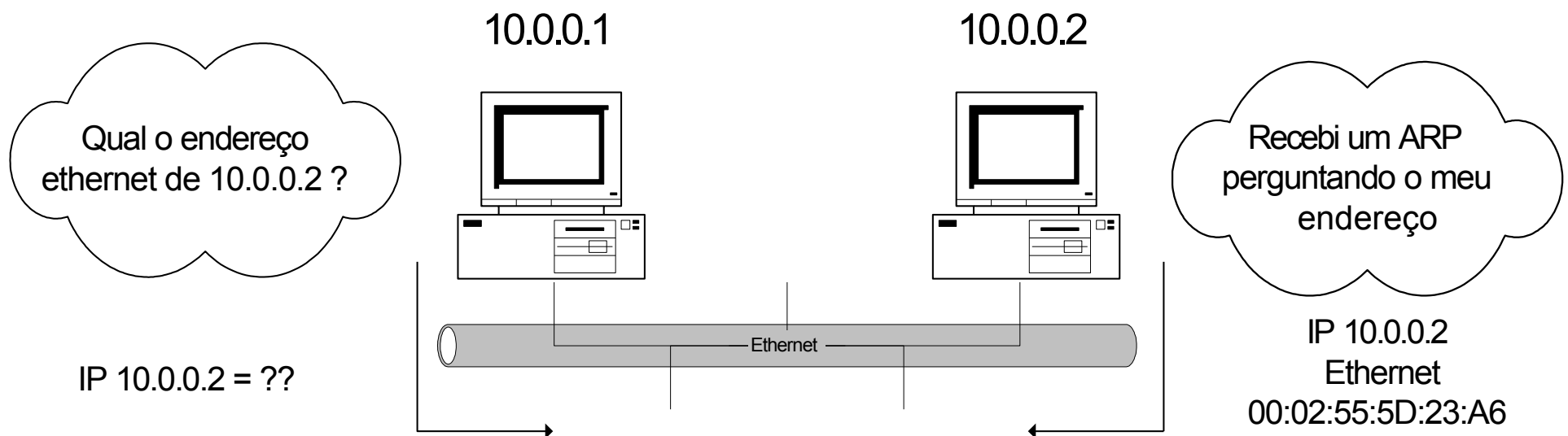
Camada de rede

- Tradução de endereços
 - É necessário para que duas estações consigam trocar informações
 - Em uma rede baseada no modelo Internet TCP/IP há dois protocolos envolvidos
 - **ARP** (Address Resolution Protocol): Mapeia um endereço IP (rede) em um endereço MAC (enlace)
 - **RARP** (Reverse Address Resolution Protocol): Mapeia um endereço MAC (enlace) em um endereço IP (rede)



Camada de rede

- Tradução de endereços – ARP
 - Estação que quer descobrir um MAC envia um ARP
 - Estação com este IP responde com o seu MAC





Camada de rede

- Tradução de endereços – ARP
 - Comando “arp”
 - Mostra o conteúdo da tabela ARP da máquina

```
[root@maquina root]# arp
```

Address	HWtype	HWaddress	Flags	Iface
200.0.0.1	ether	00:10:B5:94:77:F9	C	eth0
10.0.0.22	ether	00:20:35:99:0D:75	C	eth0
200.12.47.5	ether	00:02:55:5D:23:A6	C	eth0
10.1.178.123	ether	02:60:8C:F1:EB:7D	C	eth0



Camada de rede

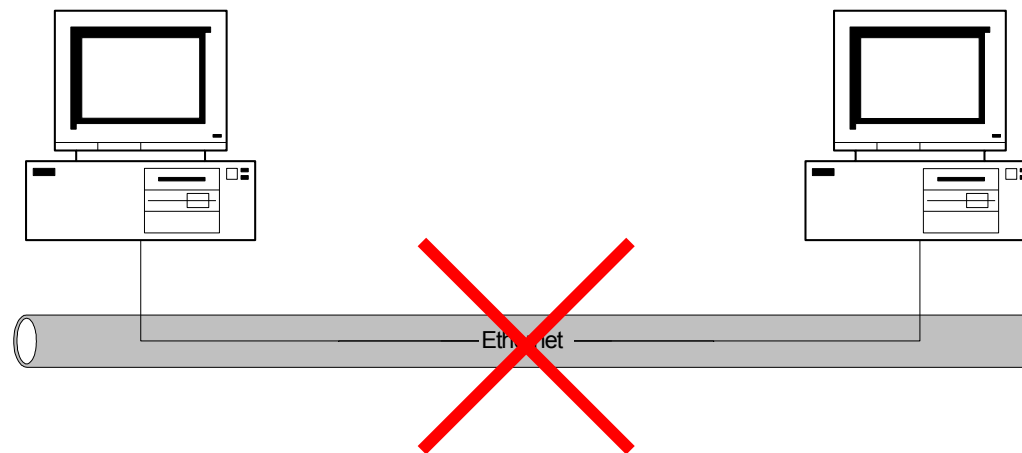
- Tradução de endereços – ARP
 - Comando “arp” - principais opções
 - a: Mostra todas as entradas da tabela (obrigatório no windows)
 - d: Remove manualmente uma entrada da tabela
 - s: Insere manualmente uma entrada na tabela

Camada de rede

- Roteamento
 - Imagine o seguinte cenário

IP= 10.0.0.15
Mask = 255.255.255.0
End. Rede = 10.0.0.0

IP= 10.0.1.231
Mask = 255.255.255.0
End. Rede = 10.0.1.0





Camada de rede

- Roteamento
 - Neste caso as **duas estações estão em redes IP distintas**
 - Isto é mostrado no cálculo dos endereços de rede
 - Elas **não podem se comunicar diretamente**
 - A **única** forma de possibilitar a comunicação entre elas, é utilizar um equipamento que
 - Esteja ligado a estas duas redes
 - **Realize o repasse de datagramas entre as duas redes**

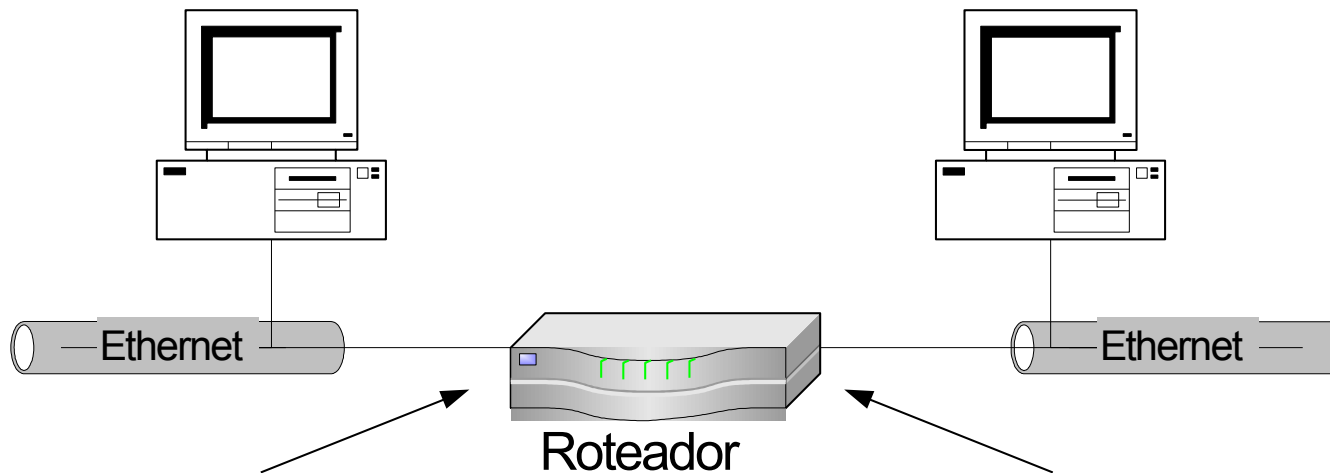


Camada de rede

- Roteamento

IP= 10.0.0.15
Mask = 255.255.255.0
GW = 10.0.0.1
End. Rede = 10.0.0.0

IP= 10.0.1.231
Mask = 255.255.255.0
GW= 10.0.1.1
End. Rede = 10.0.1.0



IP= 10.0.0.1
Mask = 255.255.255.0
End. Rede = 10.0.0.0

IP= 10.0.1.1
Mask = 255.255.255.0
End. Rede = 10.0.1.0



Camada de rede

- Roteamento
 - Estações adicionam a sua configuração uma nova informação
 - **Endereço do gateway** (ou roteador)
 - Para cada datagrama que uma estação vai enviar, se realiza a seguinte operação
 - **Se end. rede do IP de origem = end. rede do IP de destino**
 - O datagrama é enviado diretamente para o destino
 - **Se end. rede do IP de origem \neq end. rede do IP de destino**
 - O datagrama é enviado para o gateway da estação



Camada de rede

- Roteamento – Roteador
 - Funciona na camada de rede
 - Interliga **duas ou mais redes** IP, realizando o repasse de datagramas entre elas
 - O roteamento é a **ÚNICA** forma de permitir que máquinas em redes IP distintas se comuniquem
 - Interpreta os datagramas IP recebidos, enviando-os para a rota (rede IP) correta
 - Solução proprietária, ou computador com sistema operacional que dê suporte ao roteamento



Camada de rede

- Roteamento – Roteador
 - Realiza o processo de escolha do caminho para se enviar **cada** datagrama até o seu destino
 - Cada roteador contém uma “**tabela de rotas**” que informa o próximo passo a ser seguido por cada datagrama

Estações normalmente possuem uma única rota (default) que identifica o roteador de sua rede

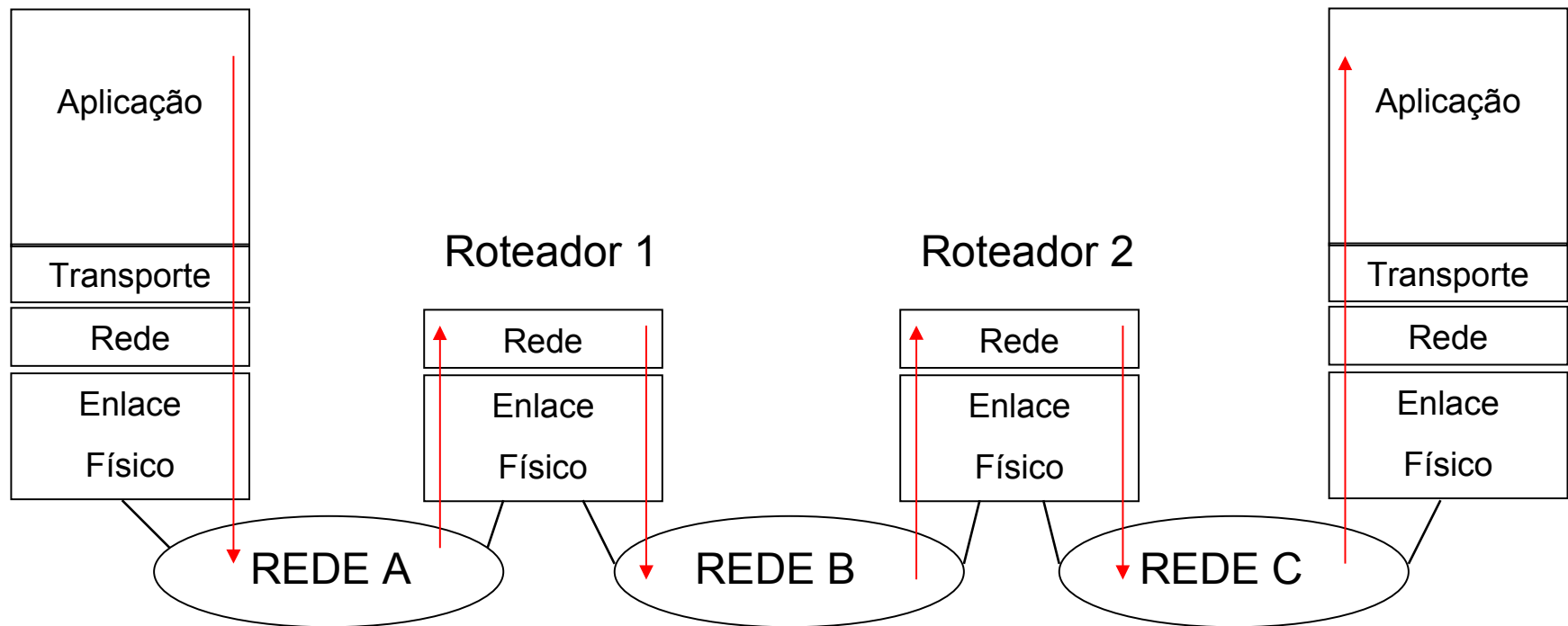


Camada de rede

- Roteamento

Máquina origem

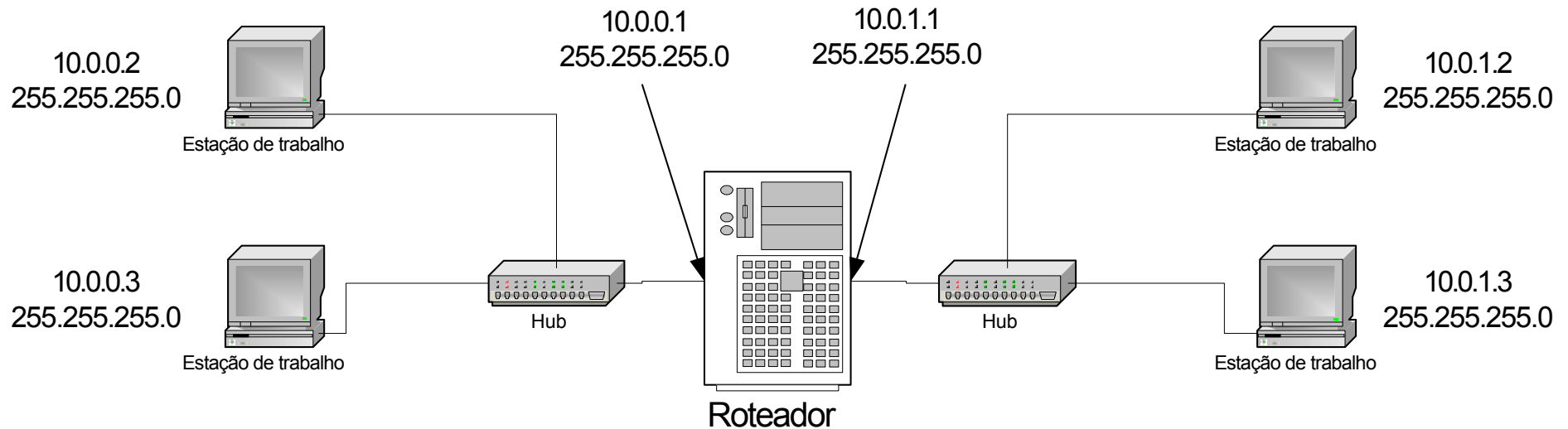
Máquina destino





Camada de rede

- Roteamento – exemplo 1

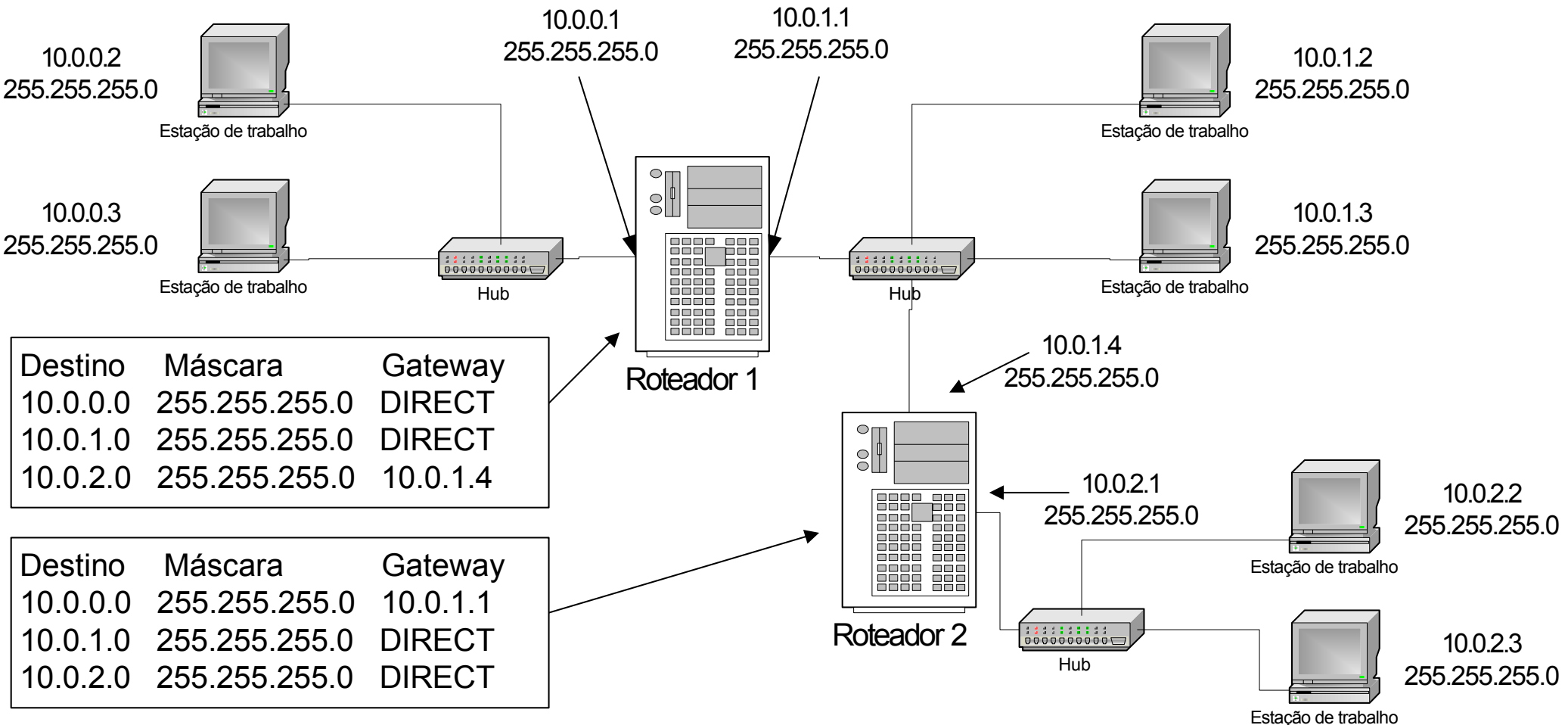


Destino	Máscara	Gateway
10.0.0.0	255.255.255.0	DIRECT
10.0.1.0	255.255.255.0	DIRECT

Camada de rede

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

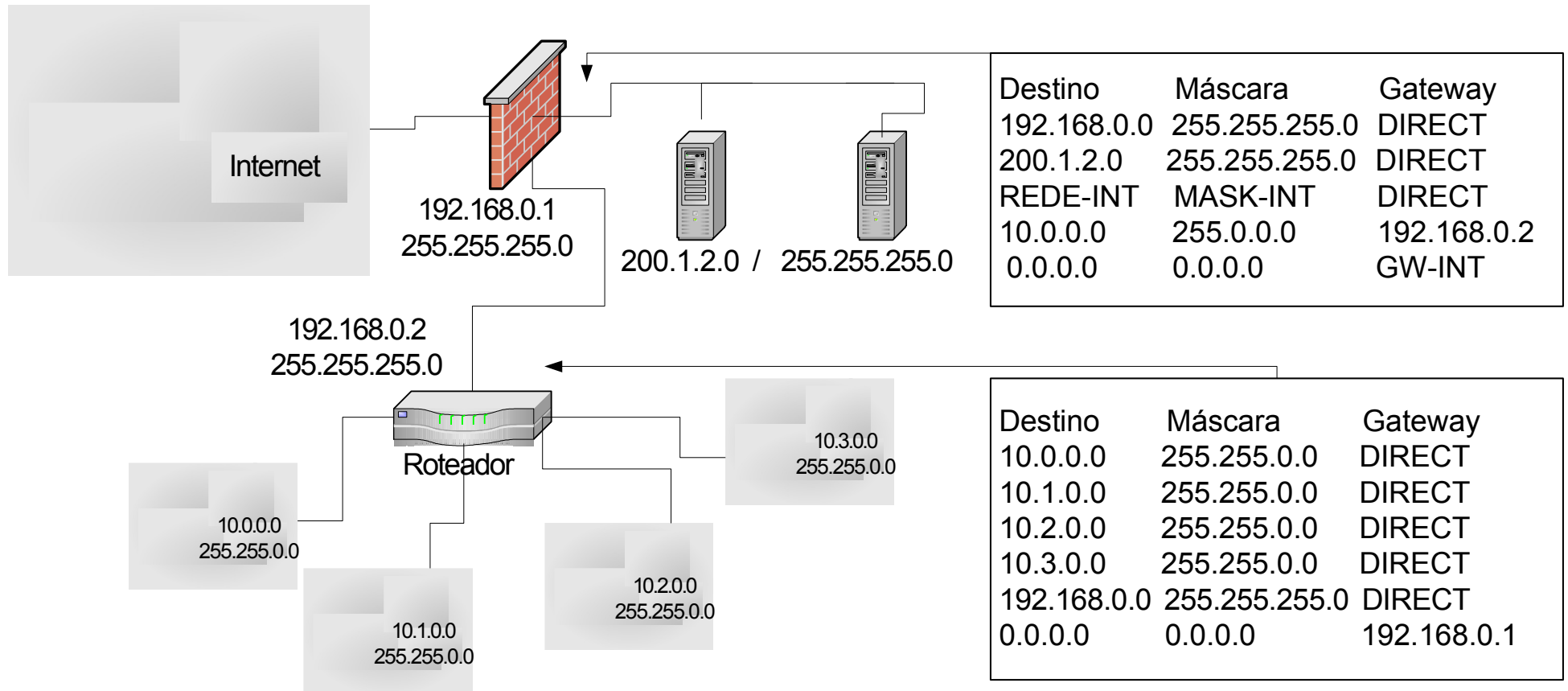
- Roteamento – exemplo 2





Camada de rede

- Roteamento – exemplo 3





Camada de rede

- Roteamento – tabelas
 - As tabelas de rotas em cada roteador podem ser mantidas manualmente ou de forma automatizada
 - **Manualmente**: O administrador do roteador deve inserir a remover as rotas quando necessário
 - Adequando apenas para **redes pequenas**
 - **Automaticamente**: Roteadores suportam **protocolos de roteamento** que inserem e removem as rotas de forma automática
 - **Essencial** para redes de médio e grande porte



Camada de rede

- Roteamento – protocolos de roteamento
 - Automatizam o processo de construção de tabelas de rota nos roteadores
 - Devem ser simples, de forma a **utilizar poucos recursos** (processador, memória) **do roteador**
 - São divididos em **duas classes**
 - **Internos**: Usados dentro de uma mesma instituição
 - **Externos**: Usados no núcleo da Internet



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

Camada de rede

- Roteamento – protocolos de roteamento
 - Protocolos de roteamento internos
 - RIP2
 - OSPF
 - Protocolos de roteamento externos
 - BGP4