
Protocolo IP

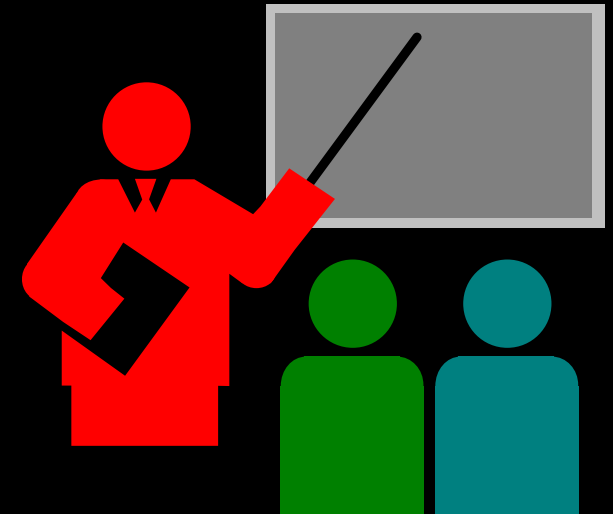
Volnys Bernal



Agenda

- ❑ Introdução ao protocolo IP
- ❑ Analogia: pacote IP - container
- ❑ Endereçamento IP
- ❑ Classes de endereços IP
- ❑ Roteamento de pacotes IP
- ❑ Faixas de endereçamento privado
- ❑ Time to Live
- ❑ Pacote IP
- ❑ Fragmentação IP
- ❑ Configuração típica de uma rede interligada à Internet
- ❑ Configuração de interfaces

Introdução ao Protocolo IP



Introdução ao Protocolo IP

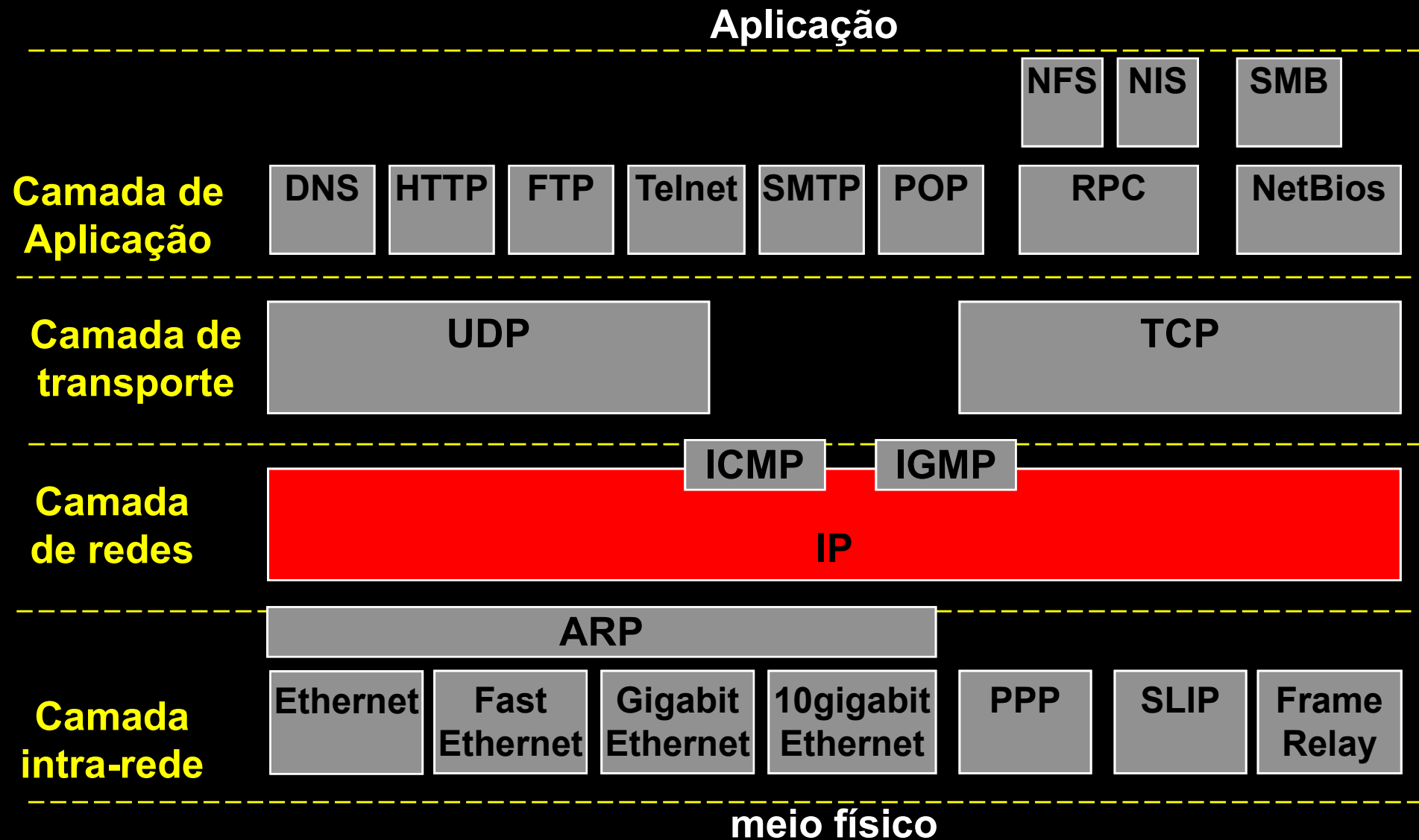
❑ O que é o protocolo IP?

- ❖ IP = *Internet Protocol*
- ❖ Protocolo de camada de rede utilizado na Internet (pilha TCP/IP)

❑ Objetivo

- ❖ Permitir a transmissão de mensagens entre duas máquinas quaisquer na Internet

Introdução ao Protocolo IP

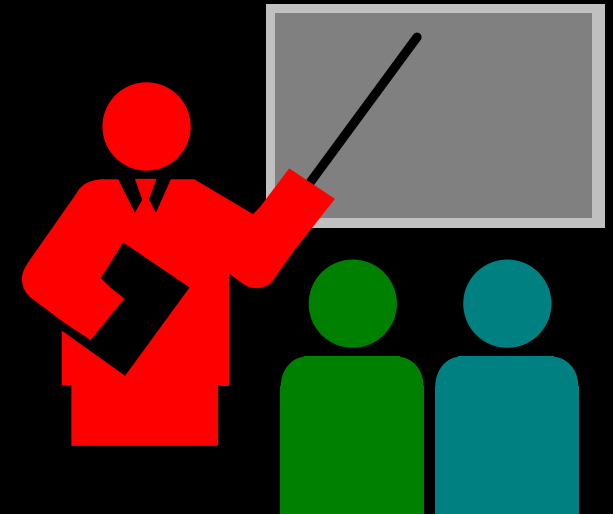


Introdução ao Protocolo IP

❑ Características

- ❖ Datagrama (não orientado a conexão)
 - Não é necessário estabelecer conexão antes do envio de um pacote IP
 - Os pacotes IPs podem ser enviados a qualquer momento
- ❖ Serviço não confiável
 - Não há garantia de entrega do pacote IP ao destinatário
 - Os pacotes IPs podem chegar no destinatário fora de ordem
 - Problema de perdas de pacotes devem ser tratados nas camadas superiores (camada de transporte ou aplicação)
- ❖ Endereçamento
 - Os equipamentos conectados à Internet são identificados através do seu endereço IP
 - O endereço IP permite identificar de forma única qualquer equipamento na Internet

Analogia: Pacote IP - Container



Analogia: pacote IP - container

□ Analogia “Pacote IP - Container”

- ❖ Podemos fazer uma analogia do pacote IP a um container
- ❖ Para transportar um container de uma entidade a outra é necessário um meio de transporte físico que pode ser caminhão, trem, navio ou avião (equivalente aos protocolos de transporte da camada “intra-rede”)
- ❖ Um container, para ser transportado de uma entidade A para uma entidade B necessita, muitas vezes, se utilizar de vários meios de transporte

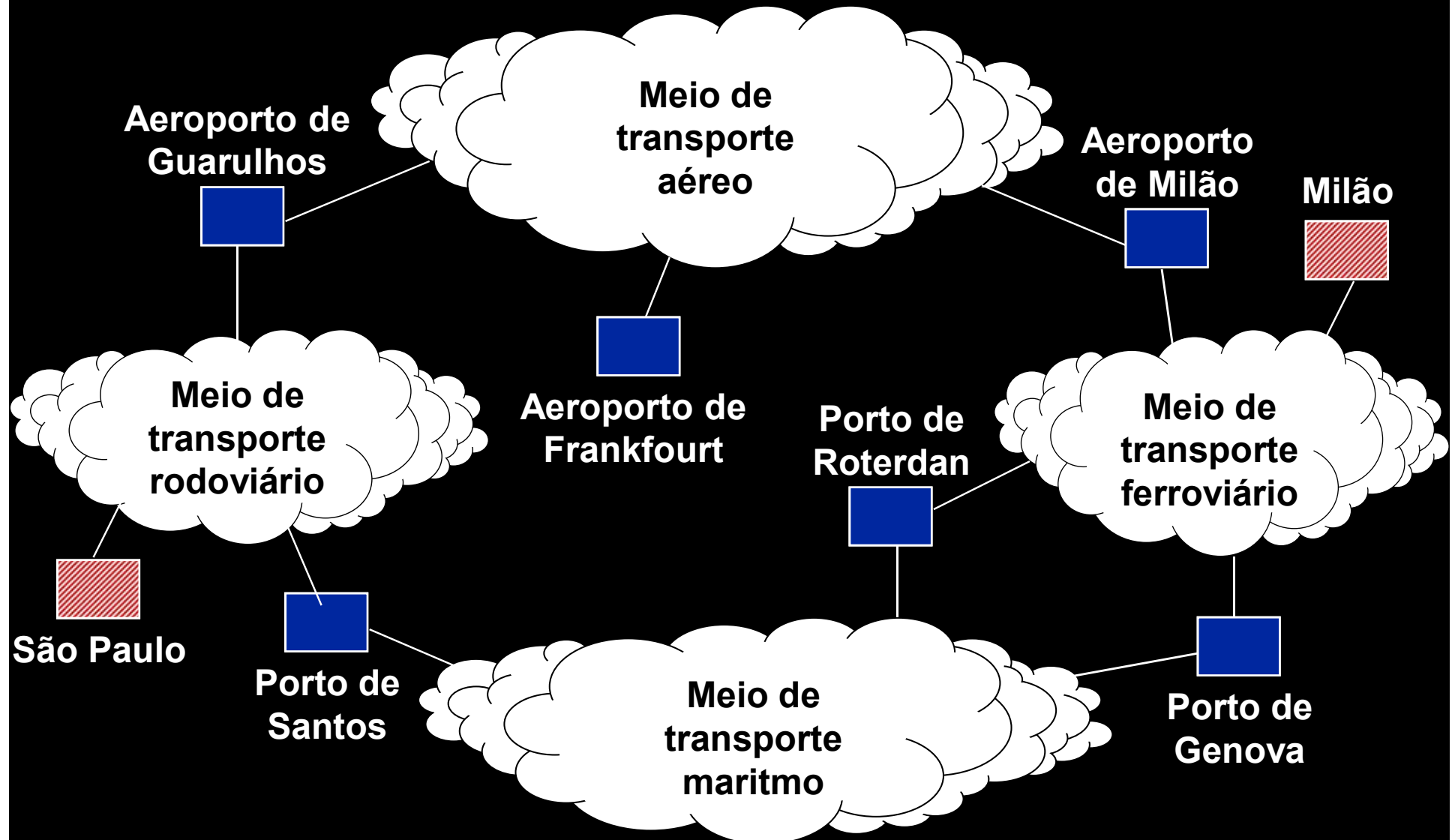


Analogia: pacote IP - container

□ Exemplo:

- ❖ Transporte de um container de São Paulo para Milão
- ❖ O container (pacote IP) contém afixada todas as informações necessárias para chegar ao destino:
 - Origem, Destino,
- ❖ Para isto, inicialmente o container deve ser direcionado para diversos entrepostos até chegar ao destino final
- ❖ Os possíveis entrepostos são:
 - Terminal rodoviário
 - Terminal ferroviário
 - Aeroporto
 - Porto

Analogia: pacote IP - container



Analogia: pacote IP - container

- ❖ Na saída de São Paulo foram verificadas as rotas possíveis. O galpão fica na cidade e o meio de transporte obrigatório é rodoviário.
- ❖ Segundo a tabela de rotas existem duas alternativas:
 - Direcionar o container ao Porto de Santos
 - Direcionar o container ao Aeroporto de Guarulhos
- ❖ Neste caso foi escolhida a rota do Porto de Santos. Para isto, o container deve ser colocado em um caminhão (pacote ethernet) que é o veículo utilizado no meio de transporte rodoviário.
- ❖ Observe que:
 - O destino do caminhão é o Porto de Santos
 - O destino do container é Milao

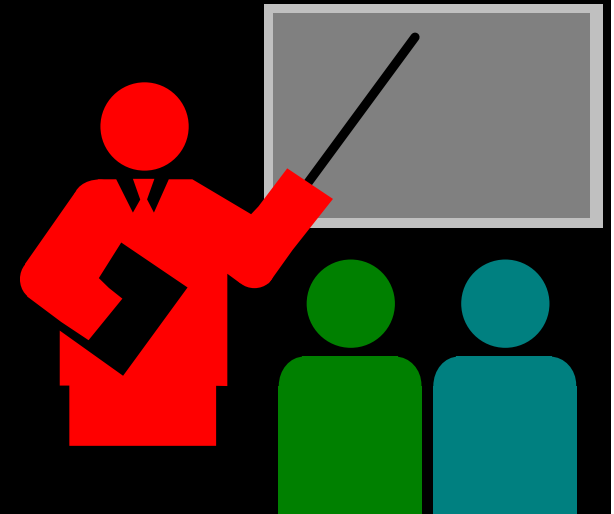
Analogia: pacote IP - container

- ❖ Ao chegar ao porto de Santos o container é retirado do caminhão e, de acordo com seu endereço de destino, é verificado qual a rota mais apropriada para leva-lo ao seu destino (roteamento IP), levando-se em conta direção, congestionamento, prioridades, etc.
- ❖ Neste caso, para chegar a Milão o container terá que ser levado de navio até o Porto de Gênova.
- ❖ Se existirem muitos containers para o Porto de Gênova, o container pode ter ser armazenado momentaneamente em um armazem (bufferização) até que possa ser embarcado em um navio com destino a Gênova.
- ❖ Se não houver espaço no armazem o container é descartado.

Analogia: pacote IP - container

- ❖ Assim que disponível, o container é colocado em um navio.
- ❖ O navio (pacote FrameRelay) irá transportar o container (pacote IP) segundo as normas de transporte marítimas (protocolo FrameRelay).
- ❖ Ao chegar ao Porto de Gênova o container é retirado do navio.
- ❖ Seu destino final (Milão) é novamente analisado para verificar para onde deve ser despachado (roteamento)
- ❖ Verificando as rotas possíveis, congestionamento, etc foi estabelecido que o container deverá ser transportado por trem até seu destino final (Milão).
- ❖ O container é então colocado em um trem para milão.

Endereçamento IP



Endereçamento IP

□ Endereço IP

- ❖ Permite identificar unicamente uma interface de rede de um equipamento na Internet
- ❖ O endereço IP não pode ser arbitrariamente atribuído a uma interface de rede. Cada rede possui uma faixa de endereços que podem ser alocados a equipamentos
- ❖ O endereço IP consiste de 4 bytes:
 - Exemplo de endereço IP: 200.65.33.130

Endereço IP	200	65	33	143	(dec)
	1100 1000	0100 0001	0010 0001	1000 1111	(bin)

Endereçamento IP

- ❑ Para verificar o endereço IP associado às interfaces de uma máquina:

- ❖ UNIX

- /sbin/ifconfig -a

- ❖ Windows

- ipconfig
 - ipconfig -a
 - ipconfig -all
 - ipconfig -tudo
 - winipcfg

Endereçamento IP

```
{terra|jose} /sbin/ifconfig
```

```
lo
```

```
Link encap:Local Loopback
```

```
inet addr:127.0.0.1 Bcast:127.255.255.255 Mask:255.0.0.0
```

```
UP BROADCAST LOOPBACK RUNNING MTU:3584 Metric:1
```

```
RX packets:28 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
```

```
TX packets:28 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
```

```
collisions:0
```

```
eth0
```

```
Link encap:Ethernet HWaddr 00:50:4D:00:5B:A9
```

```
inet addr:200.84.38.9 Bcast:200.84.38.255 Mask:255.255.255.0
```

```
UP BROADCAST RUNNING PROMISC MULTICAST MTU:1500 Metric:1
```

```
RX packets:70246 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
```

```
TX packets:24 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
```

```
collisions:0
```

```
Interrupt:3 Base address:0x300
```

Exercício

(1) Em relação à configuração de rede de seu computador, responda:

- ❖ (a) Relacione as interfaces de rede que seu computador possui, informando
 - nome da interface de rede
 - tipo da interface de rede
- ❖ (b) Para cada interface de rede, relacione o endereço IP associado. Mostre nas notações
 - Decimal
 - Binária

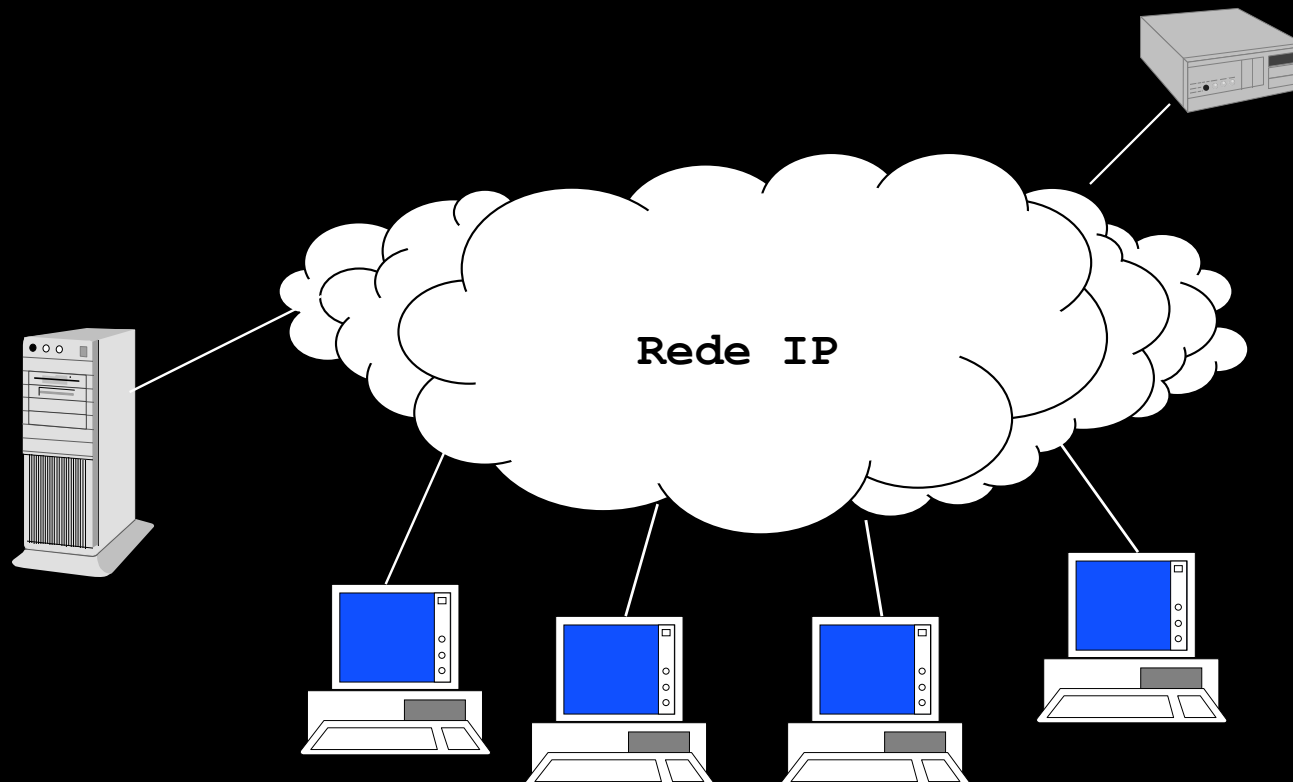
Exercício

(2) Indique quais dos valores relacionados a seguir correspondem a endereços IPv4 válidos.

- ❖ 10.0.0.255
- ❖ 200.32.4.241
- ❖ 284.14.92.4
- ❖ 200.32.4.310
- ❖ 10.32.68.128.255
- ❖ 10.255.255.255

Endereçamento IP

□ Rede IP



Endereçamento IP

❑ Máscara de rede

- ❖ Permite definir o ponto de divisão entre a parte que identifica a rede e a parte que identifica o host
- ❖ Endereço IP é composto por duas partes:
 - Identificação da rede (Ident. rede)
 - Identificação do equipamento na rede (Ident. host)

Endereçamento IP

❑ Mascara de rede (cont.)

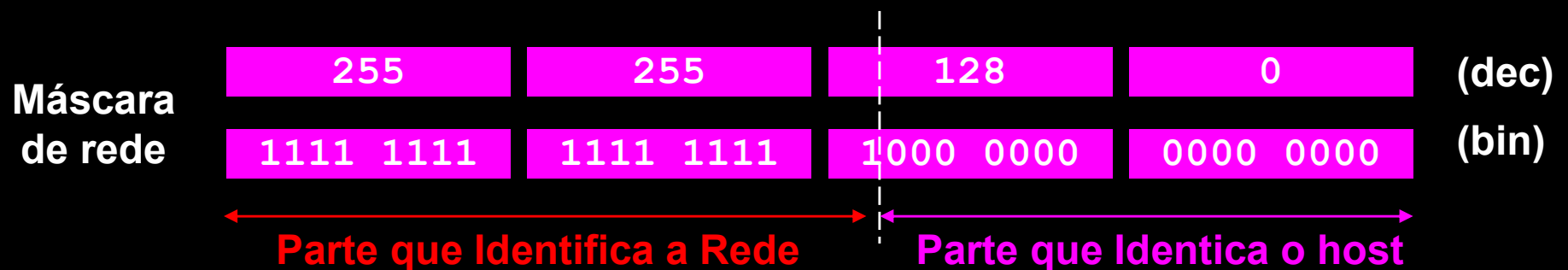
❖ 4 bytes

❖ Formação:

▪ Sequencia de 1s seguido de uma seqüência de 0s

❖ Exemplo:

▪ Mascara = 255.255.128.0

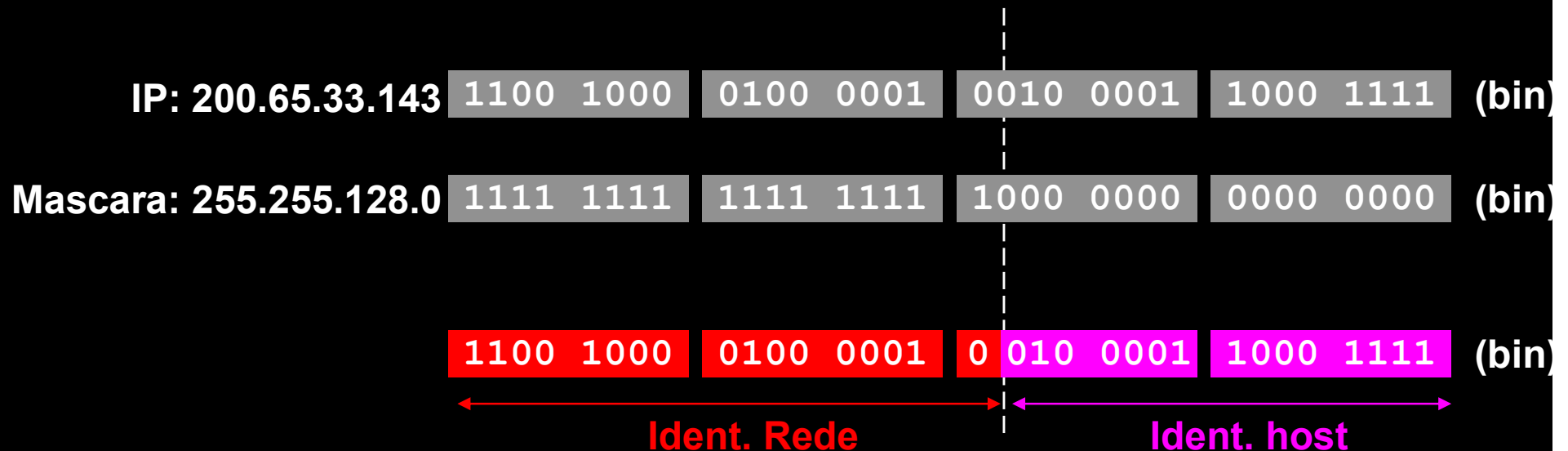


Endereçamento IP

❑ Mascara de Rede:

❖ Exemplo

- Endereço IP : 200.65.33.143
- Mascara de rede : 255.255.128.0



Exercício

(3) Em relação à configuração de rede de seu computador, para cada interface de rede responda:

- (a) Qual o valor da máscara está sendo utilizada?
- (b) Qual a faixa de endereços IP disponível para esta rede (primeiro endereço e último endereço possível para esta faixa de endereços)?

Endereçamento IP

□ Endereço de Rede

- ❖ 4 bytes
- ❖ Identifica de forma única uma rede na internet
- ❖ “Identificação da rede” + zeros
- ❖ Primeiro endereço IP da rede: reservado p/ identif. da rede)



Endereçamento IP

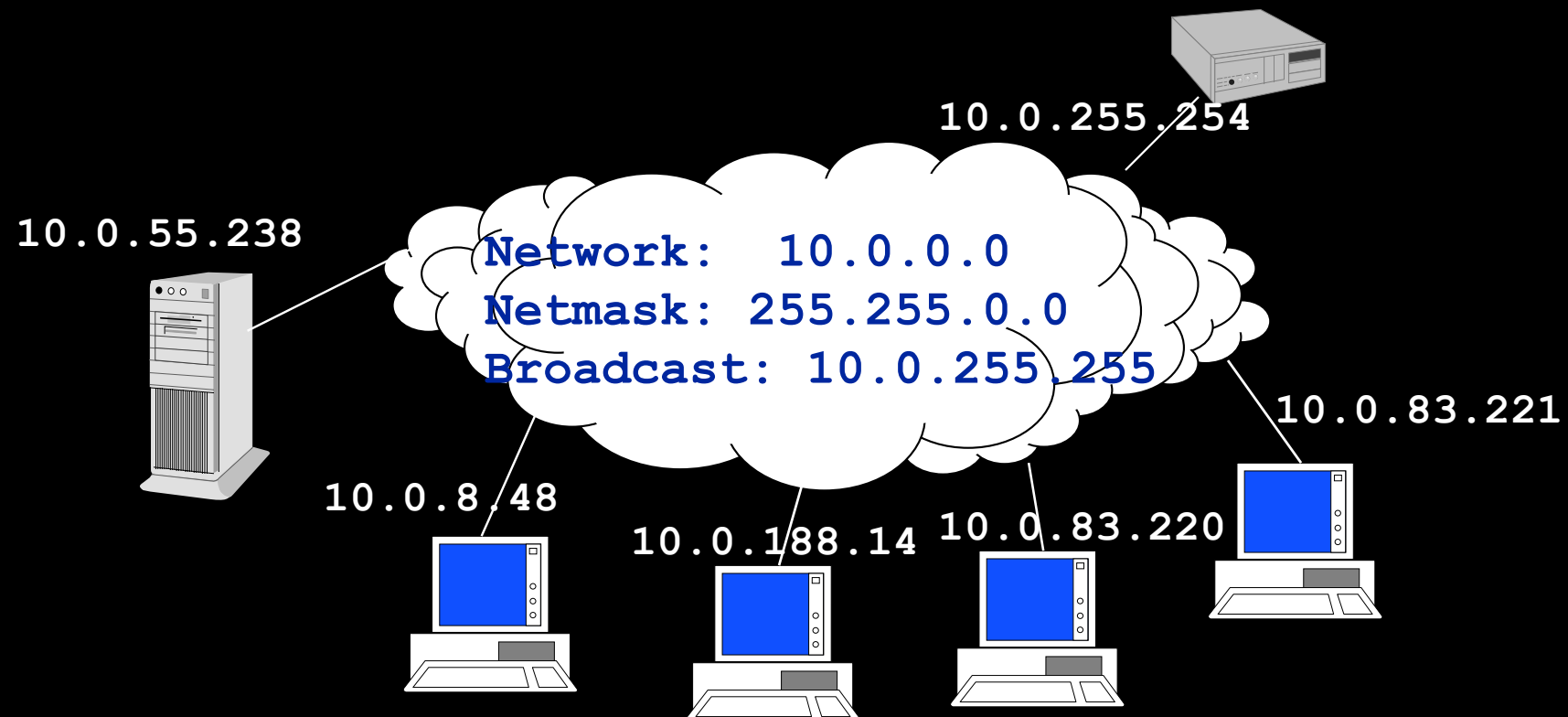
❑ Endereço de broadcast

- ❖ Endereço IP utilizado para enviar pacotes para todas as máquinas da rede
- ❖ Por convenção é o último endereço da rede
- ❖ Corresponde ao valor da “Identificação da rede” completada com 1s



Endereçamento IP

❑ Exemplo:



Endereçamento IP

□ Resumo

- ❖ Associada a uma interface de rede existem os seguintes parâmetros:
 - Endereço IP
 - Máscara de Rede
 - Endereço de Rede
 - Endereço de Broadcast
- ❖ Faixa de endereçamento de rede
 - primeiro endereço da faixa:
 - reservado para endereço de rede
 - último endereço da faixa:
 - reservado para endereço de broadcast

Exercício

(4) Em relação à configuração de rede de seu computador, para cada interface de rede responda:

- (a) Nome da interface
- (b) Endereço IP
- (c) Qual o endereço de rede associado?
- (d) Qual o endereço de broadcast?
- (e) O primeiro endereço desta faixa pode ser utilizado para identificar uma interface de um computador? Explique!
- (f) O último endereço desta faixa pode ser utilizado para identificar uma interface de um computador? Explique!

Exercício

(5) Seja um computador que possui a seguinte configuração em sua interface de rede ethernet:

- Endereço IP : 192.168.10.33
- Mascara de rede : 255.255.255.0

Responda:

- (a) Qual o endereço de rede?
- (b) Qual o endereço de broadcast
- (c) Qual a faixa de endereçamento desta rede?
- (d) Quantas interfaces de rede de computador podem ser configuradas nesta rede?

Exercício

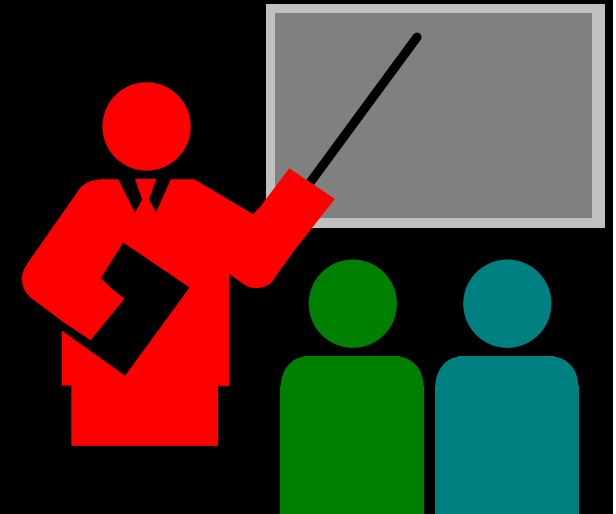
(6) Seja uma rede IP com a seguinte configuração:

- End. Rede : 192.68.0.0
- Máscara : 255.255.192.0

Informe quais endereços IP relacionados abaixo são endereços válidos para esta rede?

- 10.192.68.0
- 192.68.10.1
- 192.68.200.5
- 192.68.255.4

Classes de Endereçamento IP



Classes de Endereçamento IP

□ Classe de endereços IPs

- ❖ Cada endereço já possui uma máscara padrão (que pode ser alterada, se for necessário)
- ❖ Não é obrigatória a utilização da máscara padrão. Se for necessário é permitido DIMINUIR O TAMANHO DA FAIXA DE ENDEREÇOS, nunca aumentar.
- ❖ O valor da máscara padrão para um determinado endereço IP depende da classe de endereçamento associada a este IP (Classe A, B ou C).
- ❖ Existem 5 classes de endereços IP definidos pela IANA (*Internet Assigned Numbers Authority*), sendo que 3 destas classes (classes A, B e C) podem ser utilizadas na definição de redes IP.

Exercício

(6) Em relação à configuração de rede de seu computador, para cada interface de rede responda:

- (a) A qual classe de endereços pertence?
- (b) Qual o valor padrão da máscara para esta classe?
- (c) O equipamento está configurado com a máscara padrão? Caso contrário, qual o valor da máscara está sendo utilizada?

Exercício

(7) Complete a tabela informando o primeiro e último endereço IP de cada classe de endereços IPs

Classe	Primeiro endereço	Último endereço
--------	-------------------	-----------------

A		
---	--	--

B		
---	--	--

C		
---	--	--

D		
---	--	--

E		
---	--	--

(8) Complete a tabela informando a máscara de rede definida para cada classe:

Classe	Máscara
--------	---------

A	
---	--

B	
---	--

C	
---	--

Exercício

(9) Suponha que a corporação na qual voce trabalha esta sendo conectada à Internet. Para possibilitar a interconexão dos servidores da corportação a Embratel forneceu um conjunto de endereços IPs, definidos pelas configurações a seguir:

- ❖ Endereço de rede: 200.40.55.0
- ❖ Máscara de rede: 255.255.255.0

Responda:

- (a) Qual o primeiro endereço e o último endereço desta faixa?
- (b) Qual o endereço de broadcast
- (c) Quantos endereços IP existem disponíveis para serem atribuídos a interfaces de redes de equipamentos?
- (d) Faça um esboço (desenho) lógico da rede.
- (e) Esta faixa pertence a qual classe de endereçamento?
- (f) A mascara fornecida é a mascara *default*?

Exercício

(10) Em relação à questão anterior, suponha que voce não queira configurar uma única subrede IP e sim 3 subredes IPs:

- ❖ Subrede area automobilistica:
 - necessita aproximadamente 100 endereços
- ❖ Subrede area bancária:
 - necessita aproximadamente de 40 endereços
- ❖ Subrede area consórcio:
 - necessita aproximadamente de 50 endereços

Organize estas redes utilizando a faixa de endereçamento que foi fornecida pela Embratel e, para cada subrede, defina:

- ❖ endereço de rede
- ❖ mascara de rede
- ❖ endereço de broadcast
- ❖ qde de endereços para equipamentos
- ❖ utiliza a máscara default da classe?

Exercícios

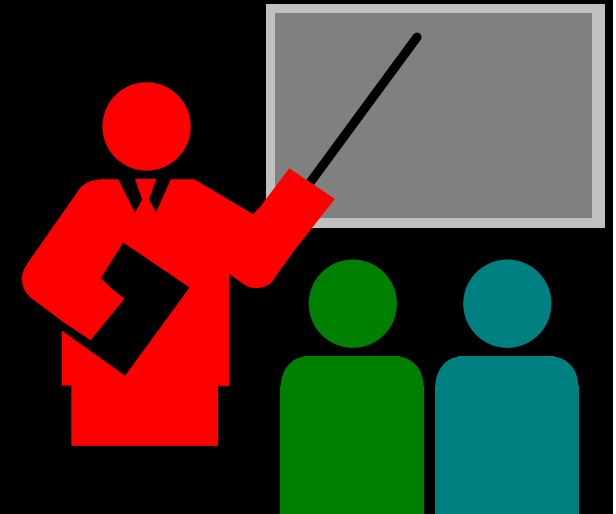
(10b) Qual a faixa de endereços definida pela seguinte configuração:

- ❖ Endereço de rede: 0.0.0.0
- ❖ Máscara de rede: 0.0.0.0

(10c) Qual a faixa de endereços definida pela seguinte configuração:

- ❖ Endereço: 192.168.35.4
- ❖ Máscara: 255.255.255.255

Roteamento de Pacotes IP



Roteamento de Pacotes IP

❑ Rotear um pacote IP

- ❖ É a ação de receber um pacote IP e, de acordo com o endereço IP de destino, direcionar este pacote para um outro equipamento (pela mesma interface ou por outra interface de rede)

❑ Roteadores:

- ❖ São equipamentos especializados na tarefa de roteamento
- ❖ Função: interconexão de redes

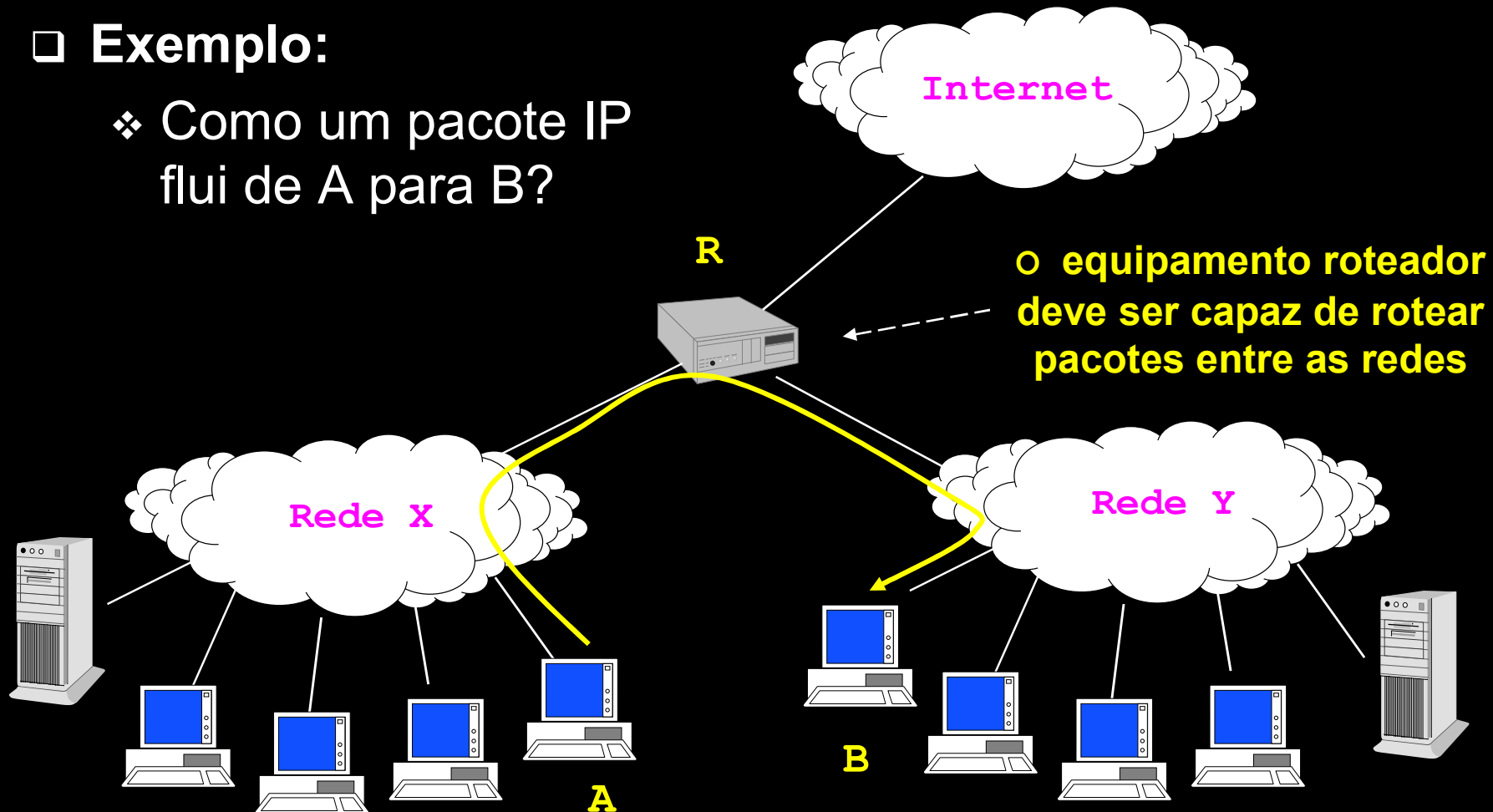
❑ IP forwarding

- ❖ Em equipamentos com várias interfaces de rede, para permitir que um pacote IP seja repassado de uma interface para outra deve estar habilitada a opção “IP forwarding”.

Roteamento de Pacotes IP

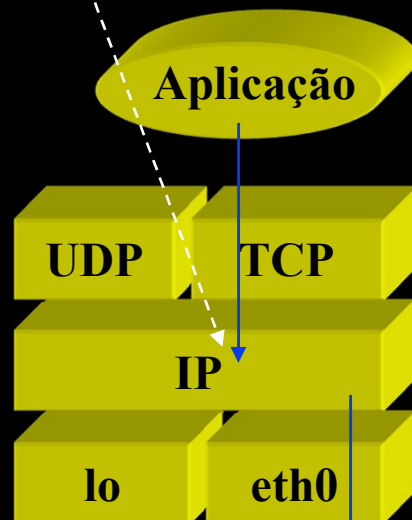
❑ Exemplo:

❖ Como um pacote IP flui de A para B?



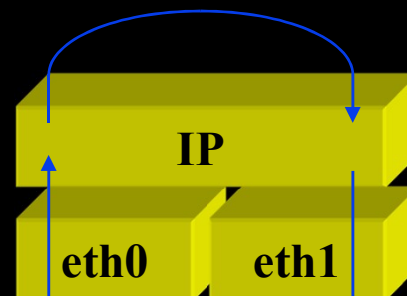
Roteamento de Pacotes IP

Verifica a tabela
de rotas

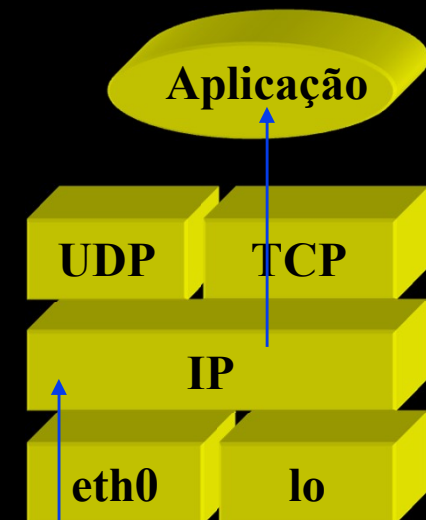


A

Realiza "IP forwarding" e
verifica a tabela de rotas



R



B

Roteamento de Pacotes IP

❑ Roteamento de pacotes IP

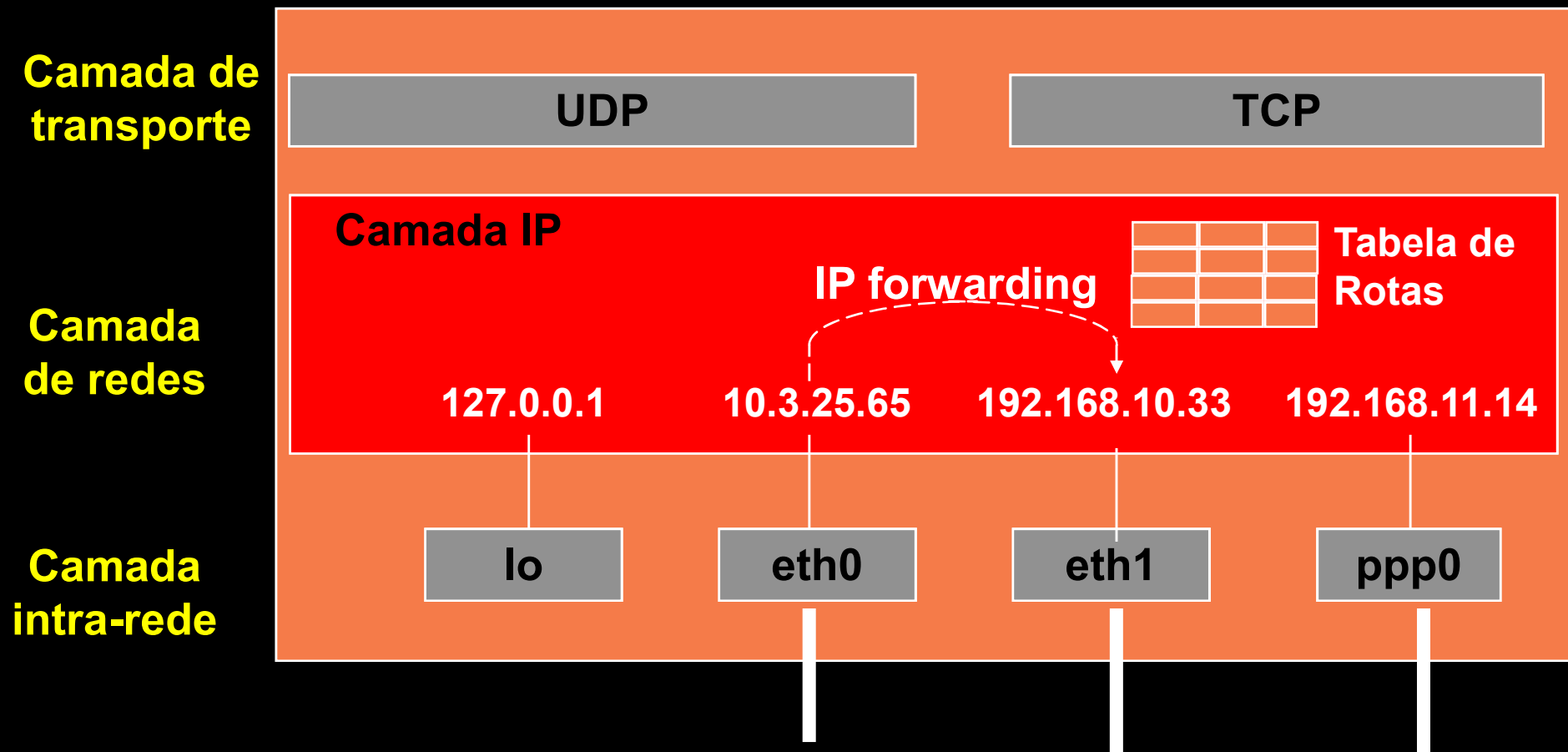
- ❖ Decisão baseada em Tabelas de Rotas
- ❖ No momento em que um pacote chega a um elemento de roteamento é tomada a decisão de “qual o proximo caminho a ser seguido”
- ❖ Todos os equipamentos possuem tabela de rotas

❑ Tabela de rotas

- ❖ Cada entrada de uma tabela de rotas possui os seguintes campos
 - Destino
 - Mascara
 - Gateway
 - Opções
 - Métrica / Custo
 - Interface

Roteamento de Pacotes IP

ROTEADOR



Roteamento de Pacotes IP

- ❑ Para verificar a tabela de rotas no sistema UNIX
 - ❖ netstat -r
 - ❖ netstat -rn
 - ❖ route

- ❑ Exemplo em um sistema com uma interface ethernet (eth0) com IP 10.200.6.10:

```
# netstat -nr
```

Destino	Gateway	Mascara	Opcoes	Interface
10.200.6.10	0.0.0.0	255.255.255.255	UH	eth0
10.200.6.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	eth0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	U	lo
0.0.0.0	10.200.6.254	0.0.0.0	UG	eth0

Roteamento de Pacotes IP

❑ Para verificar a tabela de rotas no sistema Windows:

- ❖ netstat -nr
- ❖ route PRINT

❑ Exemplo em um sistema com uma interface ethernet (eth0) com IP 10.200.6.10:

```
# netstat -nr
```

Destino	Máscara	Gateway	Interface	Custo
10.200.6.10	255.255.255.255	127.0.0.1	127.0.0.1	1
127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	1
10.200.6.0	255.255.255.0	10.200.6.10	10.200.6.10	1
0.0.0.0	0.0.0.0	10.200.6.254	10.200.6.10	1

Roteamento de Pacotes IP

❑ Decisão de roteamento

- (1) Procura por uma entrada que identifique o próprio destinatário
 - Endereço IP do host, mascara 255.255.255.255
- (2) Caso não encontre, procura por uma entrada que identifique a rede de destino
 - Endereço IP da rede, mascara da rede
- (3) Caso não encontre, procura pela entrada “default”
 - rede 0.0.0.0, mascara 0.0.0.0

Roteamento de Pacotes IP

❑ Campos da tabela de rotas

- ❖ Destino:
 - pode identificar uma rede ou um host (computador)
- ❖ Máscara
 - Máscara da rede (se for um computador a máscara é 255.255.255.255)
- ❖ Gateway
 - Proxima escala: a quem deve ser enviado o pacote IP
- ❖ Opções
 - U(up), H (host), G(roteador), D (dinâmica), M (modificado)
- ❖ Métrica / Custo
 - No caso de várias rotas possíveis, define qual deve ser escolhida
- ❖ Interface
 - Nome da interface ou endereço IP associada à interface pela qual o pacote deve ser transmitido

Roteamento IP - Exemplo

- ❑ Seja um computador com a seguinte configuração:

```
# /sbin/ifconfig
```

```
lo
```

```
Link encap:Local Loopback
```

```
inet addr:127.0.0.1 Bcast:127.255.255.255 Mask:255.0.0.0 eth0
```

```
Link encap:Ethernet HWaddr 00:50:4D:00:5B:A9
```

```
inet addr:10.200.6.10 Bcast:10.200.6.255 Mask:255.255.255.0
```

```
#
```

```
# netstat -nr
```

Destino	Gateway	Mascara	Opcoes	Interface
10.200.6.10	0.0.0.0	255.255.255.255	UH	eth0
10.200.6.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	eth0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	U	lo
0.0.0.0	10.200.6.254	0.0.0.0	UG	eth0

```
#
```

Roteamento IP - Exemplo (cont.)

```
# netstat -nr
```

Destino	Gateway	Mascara	Opcoes	Interface
<u>10.200.6.10</u>	<u>0.0.0.0</u>	<u>255.255.255.255</u>	<u>UH</u>	<u>eth0</u>
10.200.6.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	eth0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	U	lo
0.0.0.0	10.200.6.254	0.0.0.0	UG	eth0

- ❑ Se o destino for o IP 10.200.6.10/255.255.255.255, ou seja, o próprio endereço 10.200.6.10 (o endereço da interface IP do equipamento) o pacote deve ser enviado para a interface eth0.
- ❑ Internamente, quando a camada IP recebe um pacote IP para ser enviado para o próprio endereço, este é direcionado para a interface loopback (“lo”)

Roteamento IP - Exemplo (cont.)

```
# netstat -nr
```

Destino	Gateway	Mascara	Opcoes	Interface
10.200.6.10	0.0.0.0	255.255.255.255	UH	eth0
<u>10.200.6.0</u>	<u>0.0.0.0</u>	<u>255.255.255.0</u>	<u>U</u>	<u>eth0</u>
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	U	lo
0.0.0.0	10.200.6.254	0.0.0.0	UG	eth0

- ❑ Se o destino for algum IP da rede 10.200.6.0/255.255.255.0, ou seja, algum IP entre 10.200.6.0 a 10.200.6.255, enviar o pacote IP pela interface eth0 diretamente para o destino (gateway=0.0.0.0 significa que o destino esta na própria rede)

Roteamento IP - Exemplo (cont.)

```
# netstat -nr
```

Destino	Gateway	Mascara	Opcoes	Interface
10.200.6.10	0.0.0.0	255.255.255.255	UH	eth0
10.200.6.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	eth0
<u>127.0.0.0</u>	<u>0.0.0.0</u>	<u>255.0.0.0</u>	<u>U</u>	<u>lo</u>
0.0.0.0	10.200.6.254	0.0.0.0	UG	eth0

- ❑ Se o destino for algum IP da rede 127.0.0.0/255.0.0.0, ou seja, algum IP entre 127.0.0.0 a 127.255.255.255, enviar o pacote IP pela interface “lo” identificando diretamente o destino (gateway=0.0.0.0 significa que o destino esta na própria rede)

Roteamento IP - Exemplo (cont.)

```
# netstat -nr
```

Destino	Gateway	Mascara	Opcoes	Interface
10.200.6.10	0.0.0.0	255.255.255.255	UH	eth0
10.200.6.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	eth0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	U	lo
<u>0.0.0.0</u>	<u>10.200.6.254</u>	<u>0.0.0.0</u>	<u>UG</u>	<u>eth0</u>

Se não for nenhuma das alternativas anteriores (0.0.0.0/0.0.0.0) enviar o pacote IP para o equipamento 10.200.6.254 (default gateway) utilizando para isto a interface eth0.

❑ **Destino default:**

❖ Destino = 0.0.0.0 + mascara 0.0.0.0

Exercício

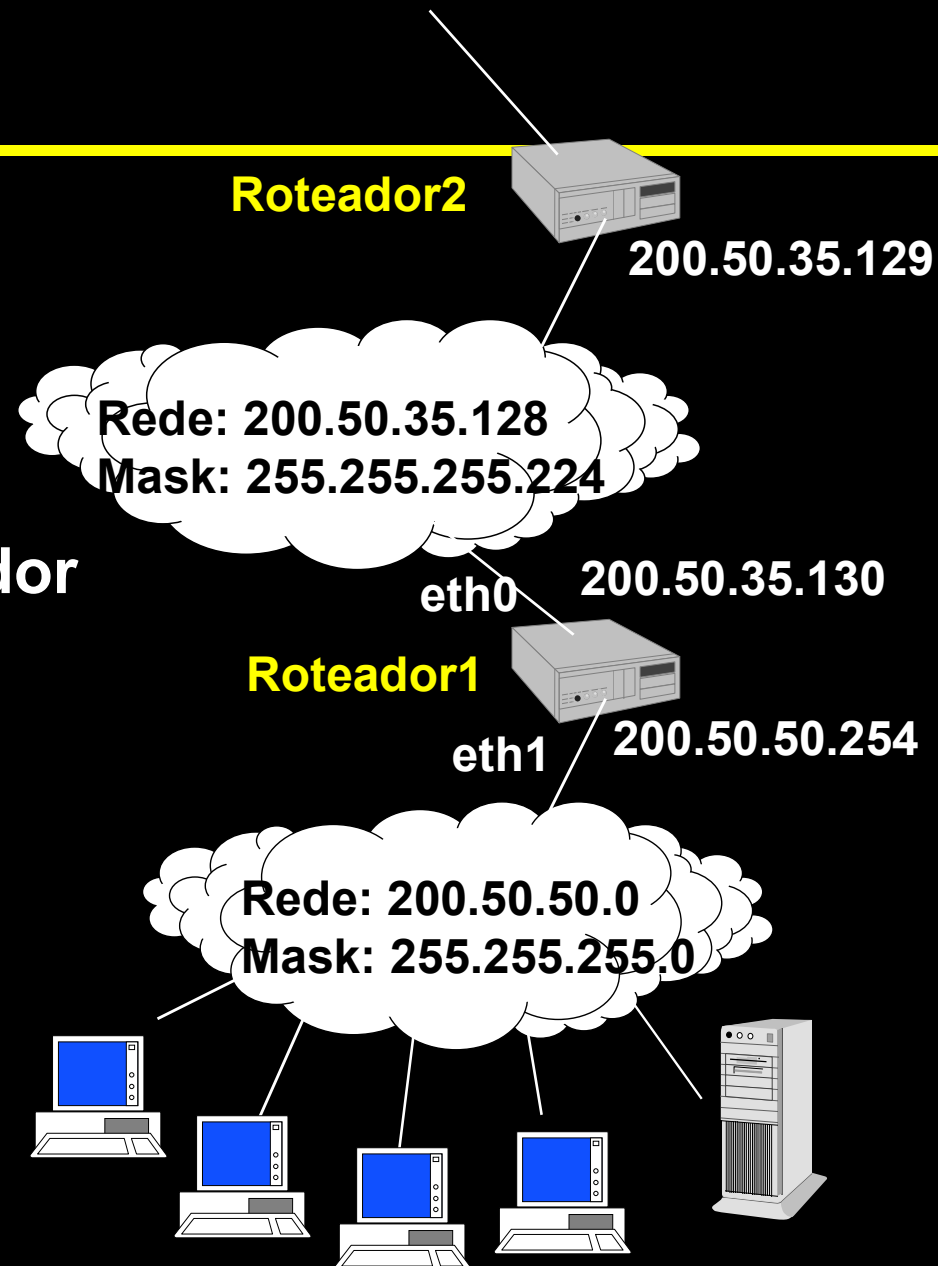
(11) Em relação à tabela de rotas de seu computador:

- (a) Execute o comando “netstat -r” e escreva o resultado
- (b) Descreva como está configurada a tabela de rotas do seu computador

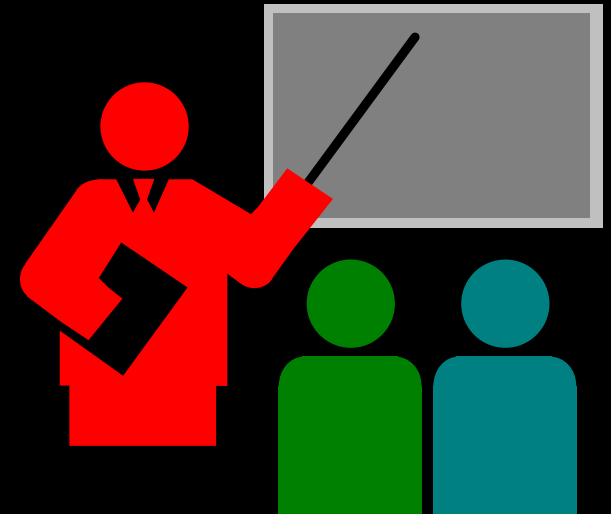
Exercício

(12) Mostre como deve ser configurada a tabela de rotas do roteador 1.

Considere que o roteador possui interface loopback.



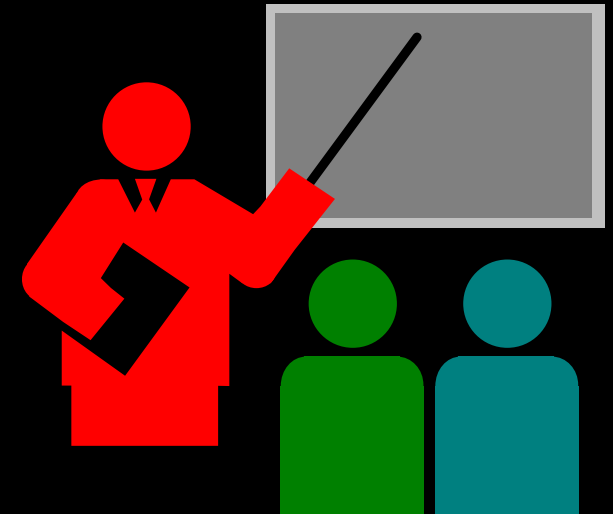
TTL - “*Time to live*”



TTL - “*Time to live*”

- ❑ **Permite definir o tempo máximo de vida de um pacote IP**
- ❑ **O tempo de vida de um pacote IP é medido em função do número de elementos de roteamento pelo qual o pacote passa**
- ❑ **Existe um campo (de 8 bits) no pacote IP onde é colocado o valor de seu TTL**
- ❑ **Toda vez que um pacote IP passa por um elemento de roteamento, seu TTL é decrementado de 1 unidade**
- ❑ **Se o valor de TTL chegar a zero, o pacote é descartado, e enviada uma mensagem de controle (pacote ICMP) para o remetente com indicando que o tempo de vida foi excedido e o pacote foi descartado**

Faixas de endereçamento privado



Faixas de endereçamento privado

- ❑ Existem faixas de endereçamento reservadas que não possuem roteamento na Internet
- ❑ Definidas pela RFC 1918 - “*Address Allocation for Private Internets*”
- ❑ Como o próprio nome indica, estas faixas de endereço IP foram reservadas para serem utilizadas livremente em redes internas (privativas) das corporações.
- ❑ As faixas de endereçamento privado definidas pela IETF são:
 - 10.0.0.0 a 10.255.255.255
 - 172.16.0.0 a 172.31.255.255
 - 192.168.0.0 a 192.168.255.255
- ❑ Não existe rota configurada na Internet para estas faixas de endereçamento.

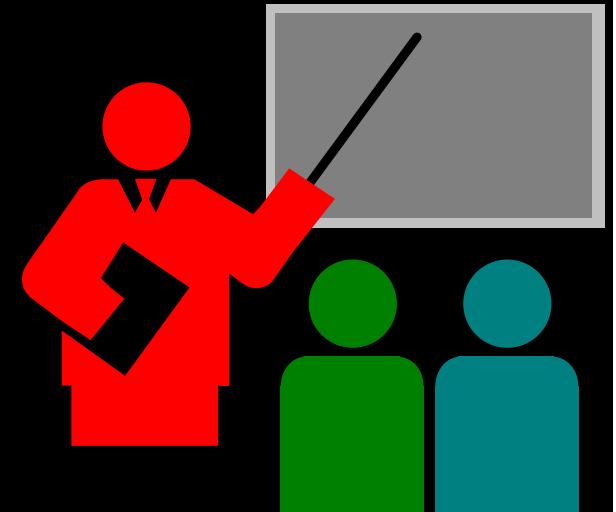
Exercício

(13) Para cada faixa de endereços definida para endereçamento privado (RFC 1918) responda:

(a) A qual classe de endereçamento a qual pertence?

(b) Qual a máscara default?

Pacote IP



Pacote IP



Pacote IP

❑ **Versão**

- ❖ 4 para IPv4 (versão atual)
- ❖ 6 para IPv6 (nova versão do protocolo)

❑ **Comprimento**

- ❖ Comprimento (em palavras de 32 bits) do Header, incluindo o campo “opções”

❑ **TOS - *Type Of Service***

- ❖ Define o tipo de qualidade de serviço desejada
- ❖ bit 0: minimizar latência
- ❖ bit 1: maximizar banda
- ❖ bit 2: maximizar confiabilidade
- ❖ bit 3: minimizar custo monetário
- ❖ No máximo 1 bit pode estar ativo

Pacote IP

❑ Comprimento Total

- ❖ Comprimento total do pacote IP, em bytes
- ❖ Como existem 16 bits para representar este valor, isto limita o comprimento total de um pacote IP a 65.535 bytes

❑ Identificação

- ❖ Permite identificar unicamente cada pacote IP enviado por um equipamento
- ❖ Se um determinado pacote IP necessitar ser fragmentado, cada fragmento mantém a mesma identificação

Pacote IP

❑ Flags

- ❖ “mais fragmentos” - indica que não é o último fragmento
- ❖ “não fragmentar” - não fragmentar

❑ Deslocamento do Fragmento

- ❖ Deslocamento do fragmento (em unidades de 8 bytes) em relação ao início do pacote

Pacote IP

□ Time to Live (TTL)

- ❖ Número máximo de elementos de roteamento que o pacote IP pode passar
- ❖ Permite limitar o “tempo de vida” de um pacote IP na rede
- ❖ Toda vez que um pacote IP passa por um elemento de roteamento, o valor TTL presente no pacote é decrementado
- ❖ Quando este valor chegar a 0, o pacote é descartado e enviada uma mensagem ICMP ao remetente do pacote descartado
- ❖ Isto previne de um pacote ficar “circulando” pela internet indefinidamente

Pacote IP

❑ Protocolo

- ❖ ICMP, IGMP
- ❖ TCP, UDP,
- ❖

❑ Checksum do cabeçalho

- ❖ Contém o valor do “checksum” do cabeçalho somente
- ❖ Algoritmo de checksum utilizado:
 - soma em complemento de 1 dos valores de 16 bits
- ❖ Toda vez que um pacote passa por um elemento de roteamento, o valor do campo TTL é alterado, e portanto o valor do checksum precisaria ser recalculado
- ❖ Devido ao algoritmo utilizado, basta incrementar o valor do checksum em 1

Pacote IP

- ❑ Endereço IP do remetente
- ❑ Endereço IP do destinatário
- ❑ Opções
 - ❖ Campo de tamanho variável utilizado para armazenar:
 - armazenamento de rota
 - timestamp
 - “*loose source routing*”
 - “*strict source routing*”

Exercício

(14) Existe um programa chamado “ping” que é utilizado para teste da comunicação entre duas máquinas.

O utilitário ping envia um pacote “ICMP echo” que é colocado em um pacote IP. Quando chega na máquina destino é enviada uma resposta.

Para utiliza-lo execute:

ping *IP_destino*

Exercício

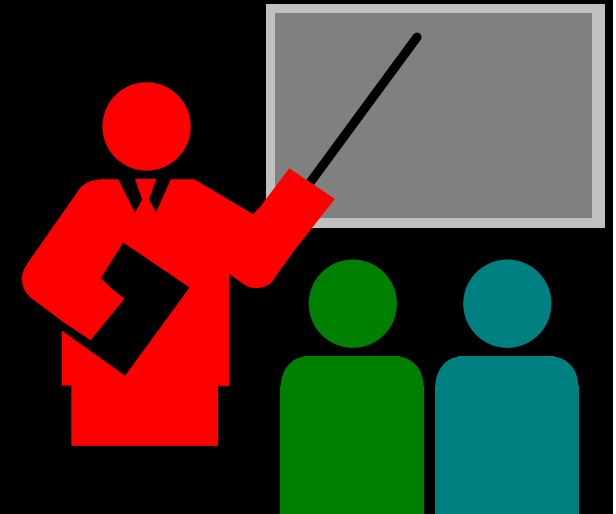
(15) Dispare o programa de captura de pacotes “ethereal” com a seguinte configuração:

Display -> Options -> Desabilitar “Name Resolution”

Capture -> Filter -> “host <IP de sua máquina>”

- (a) Envie um pacote IP utilizando o utilitário “ping” para a máquina servidora e verifique o resultado da captura.**
- (b) Envie um pacote IP para o host 10.0.200.200 e verifique o resultado da captura.**
- (c) Envie um pacote IP para uma máquina cujo endereço “Ethernet” não esteja na “Tabela ARP” de sua máquina. Você pode verificar sua tabela ARP com o comando “arp -a”.**

Fragmentação IP



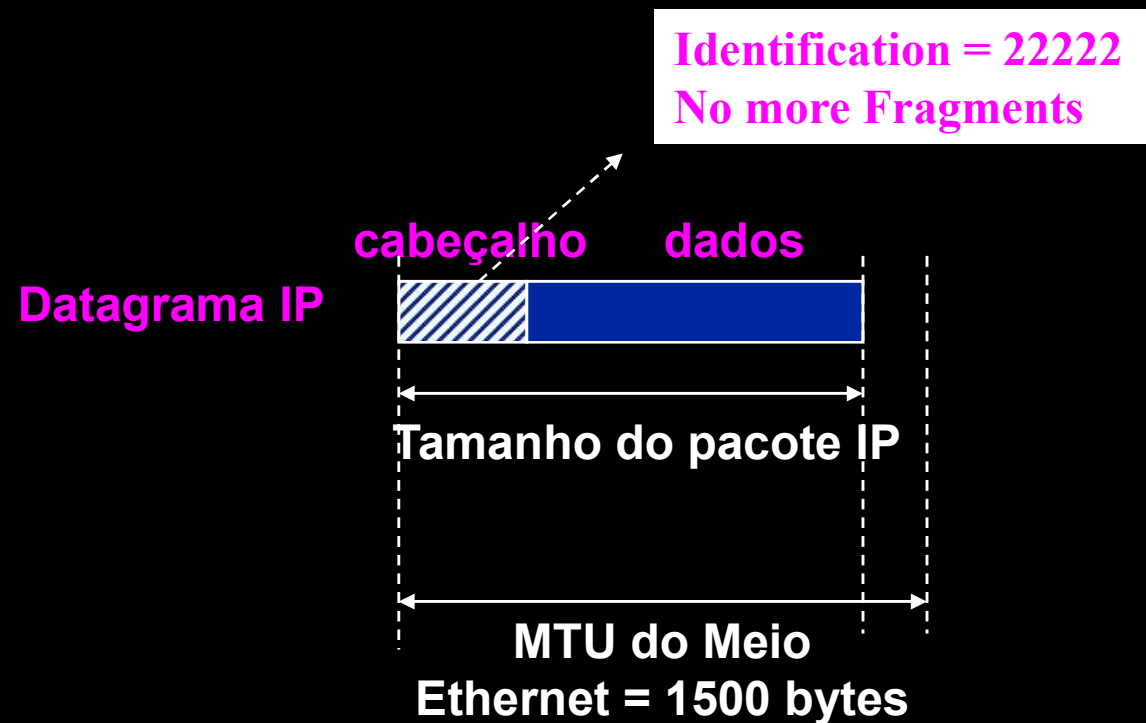
Fragmentação IP

- ❑ Um pacote IP a ser transmitido pode ser maior que o MTU do protocolo de nível “intra-rede” (ethernet, PPP, SLIP)
- ❑ Neste caso o pacote deve ser fragmentado.
- ❑ Cada fragmento deve ser múltiplo de 8 bytes (64 bits) (exceto o último fragmento)
- ❑ Cada fragmento enviado possui seu próprio cabeçalho e pode seguir por caminhos diferentes
- ❑ No destino, os fragmentos devem ser recompostos a fim de formar o pacote IP original
- ❑ Se um dos fragmentos for perdido, todos os fragmentos do pacote são descartados

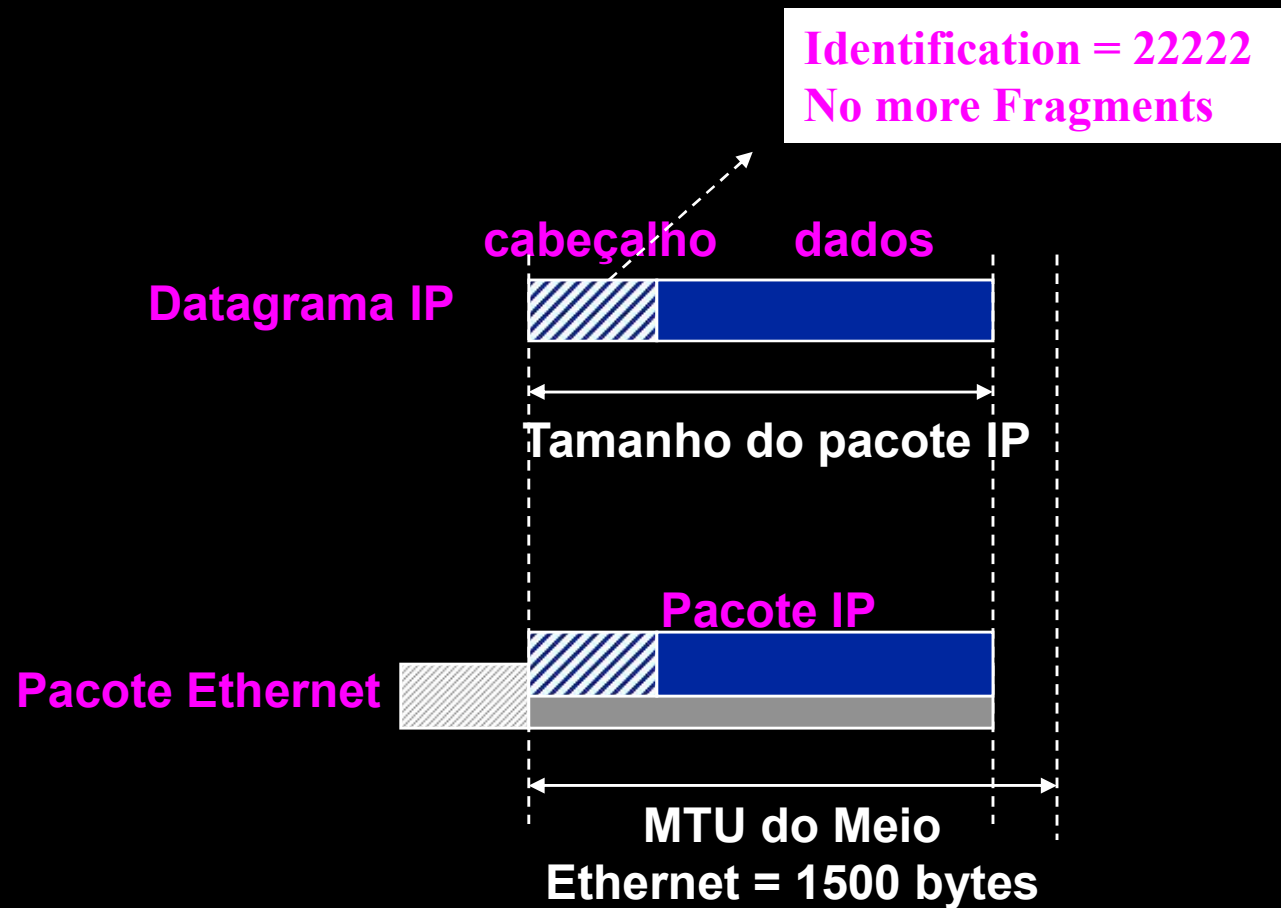
Fragmentação IP

❑ Exemplo 1

❖ Transmissão sem fragmentação sobre Ethernet



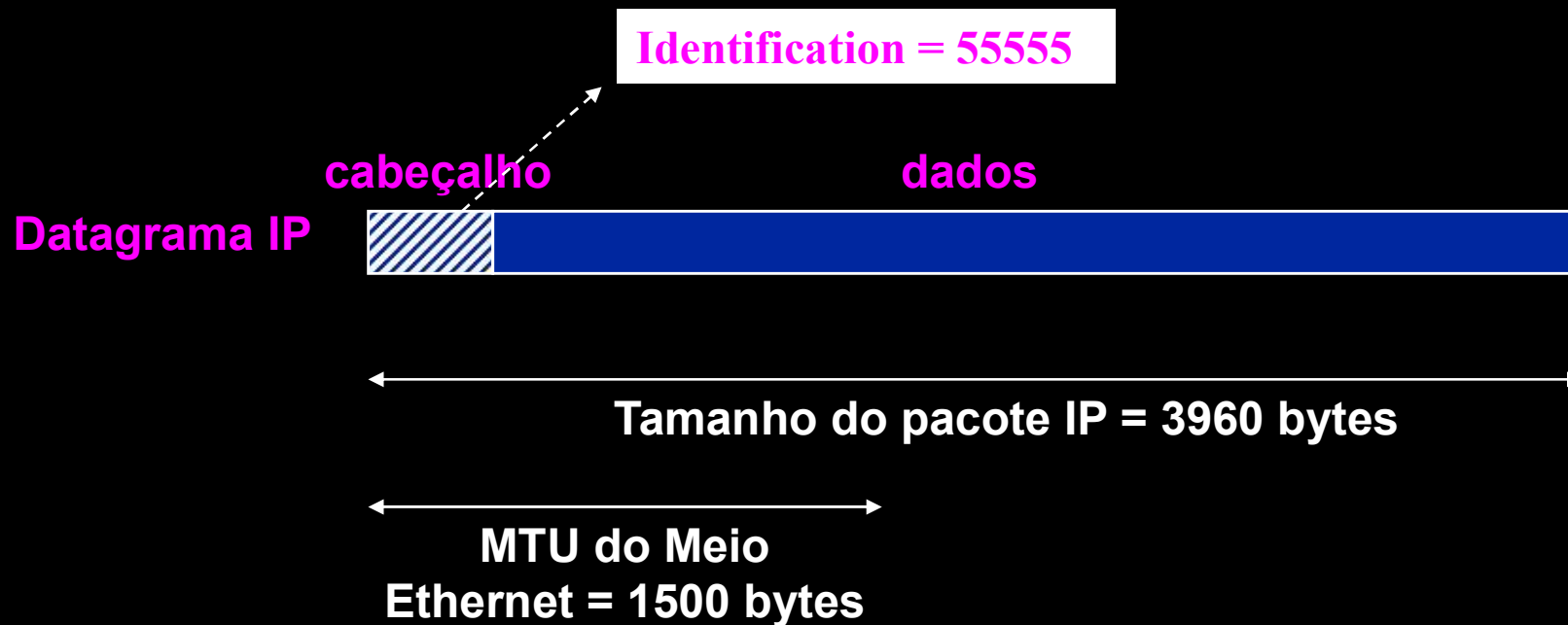
Fragmentação IP



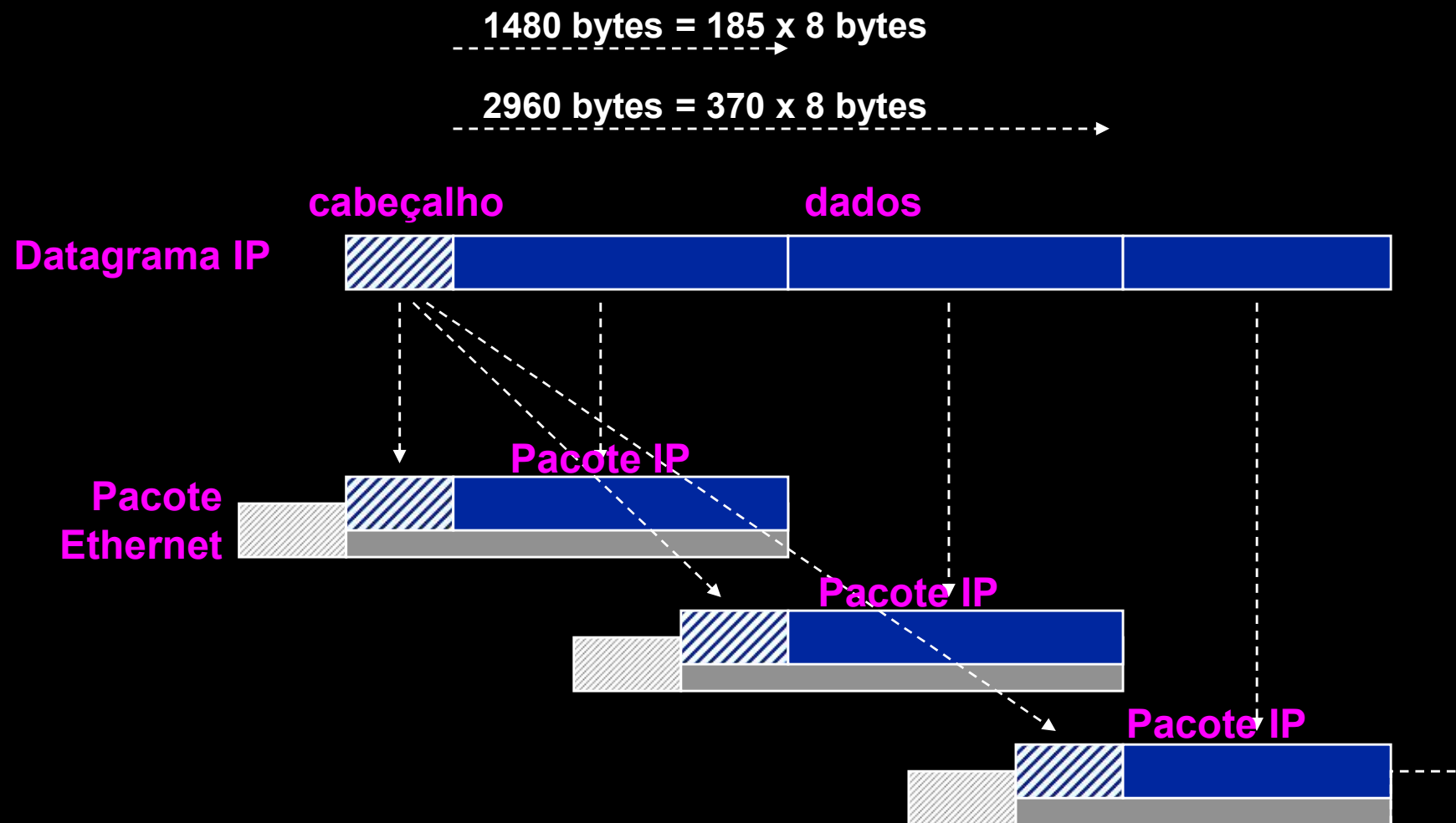
Fragmentação IP

❑ Exemplo 2

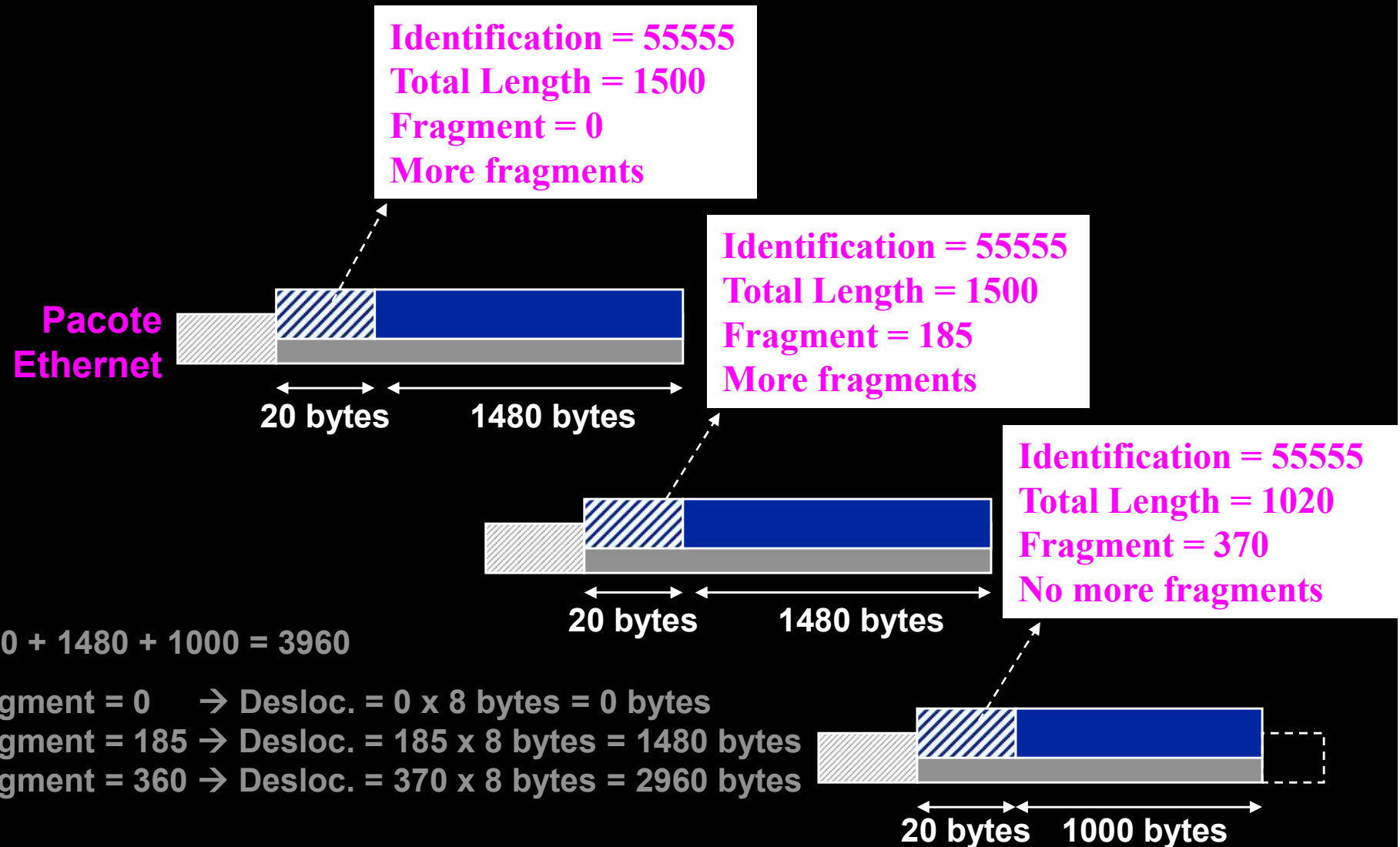
❖ Transmissão com fragmentação sobre Ethernet



Fragmentação IP



Fragmentação IP

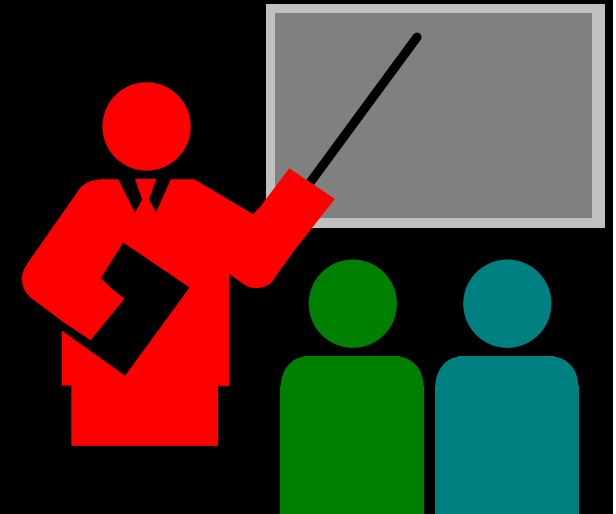


Fragmentação IP

❑ Quando um pacote é fragmentado:

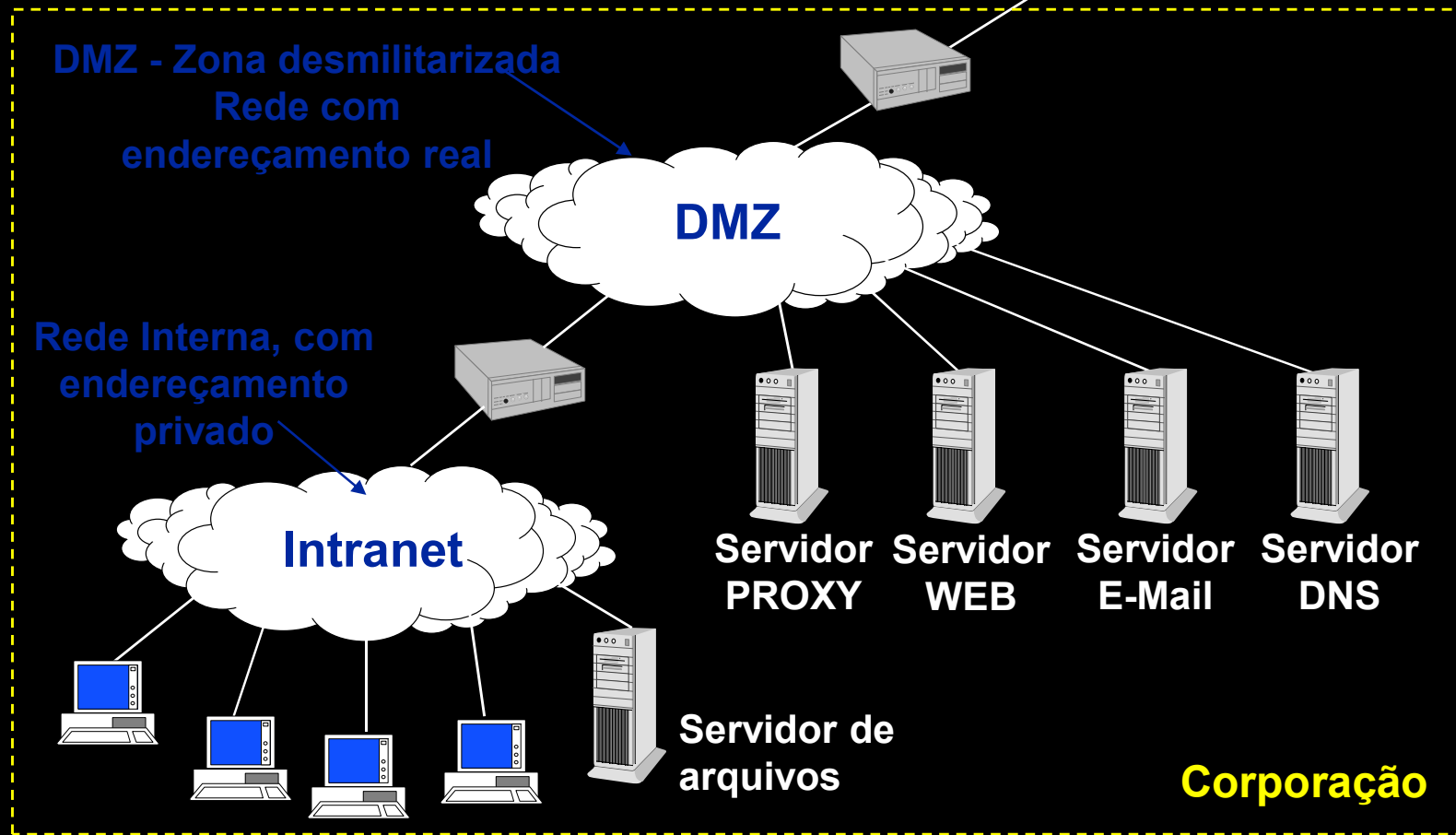
- ❖ Todos os fragmentos terão o mesmo número “identification”. Identification identifica unicamente um pacote IP de uma mesma origem.
- ❖ Todos os fragmentos contém o bit “more fragments” ativo, exceto o último bit.
- ❖ O campo “fragment offset” contém o deslocamento (em múltiplo de 8 bytes) da área de dados do datagrama IP original.
- ❖ O campo “total length” contém o tamanho total de cada fragmento.

Configuração típica de uma rede interligada à Internet



Configuração típica de uma rede interligada à Internet

Internet



Exercício

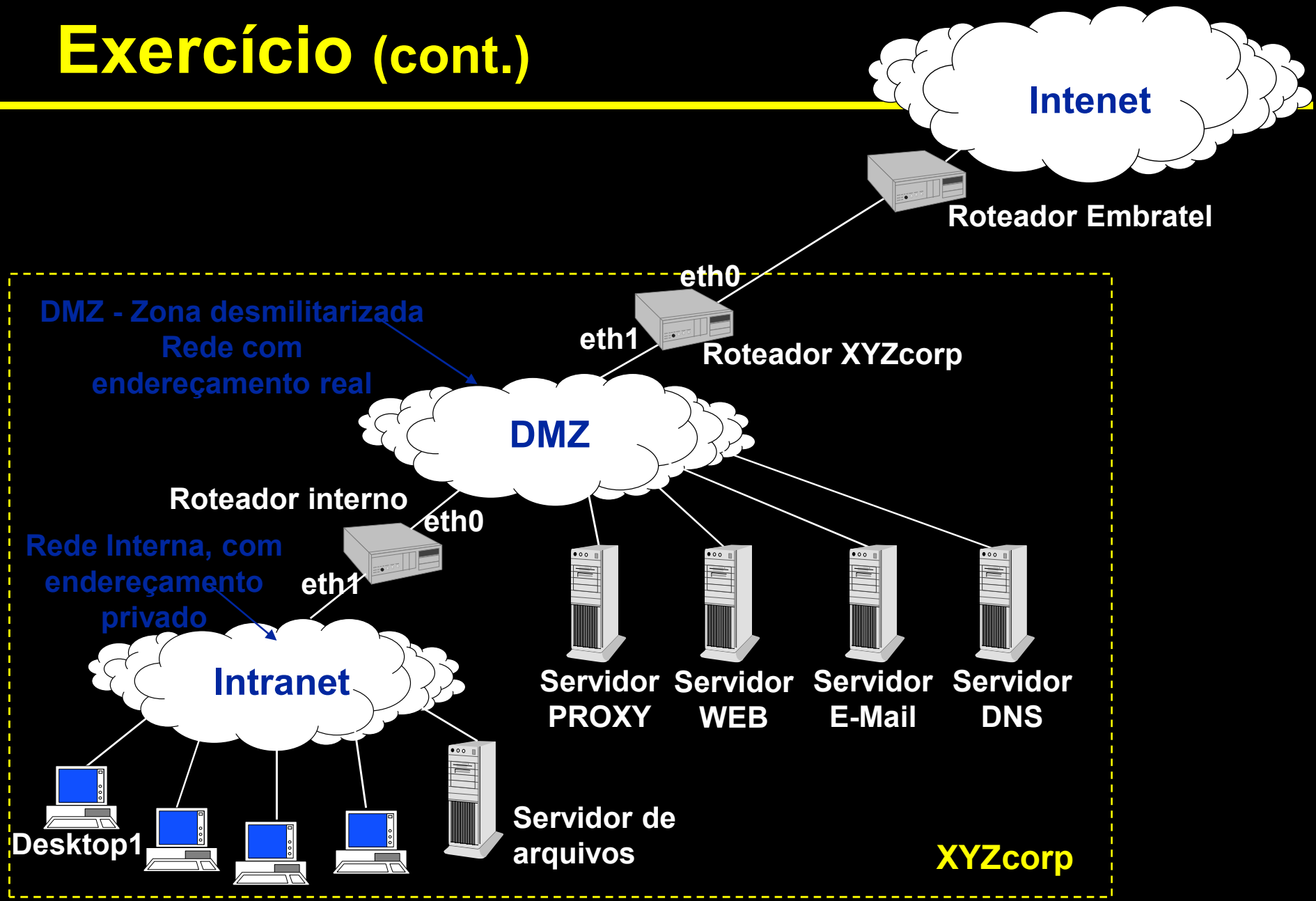
(16) Uma empresa “XYZcorp”, cujo diagrama da rede está apresentado na figura a seguir, possui a seguinte faixa de endereços alocada pela Embratel para seus servidores:

- ❖ Network: 200.200.200.128
- ❖ Netmask: 255.255.255.192

Além disso, o roteador da XYZcorp está interligado a um roteador da Embratel. Para a configuração deste enlace, a Embratel informou a seguinte configuração:

- ❖ Network: 200.100.100.64
- ❖ Netmask: 255.255.255.224
- ❖ Default Gateway: 200.100.100.70 (IP do roteador da Embratel)
- ❖ IP para o roteador da XYZcorp: 200.100.100.68 (este endereço deve ser atribuído à interface do roteador da “XYZ Corp” que se conecta a rede da Embratel)

Exercício (cont.)



Exercício (cont.)

(a) Para cada rede (Intranet, DMZ, XYZcorp-Embratel) defina:

- ❖ Network, Netmask, Broadcast, quantidade de endereços IP disponíveis para configurar equipamentos

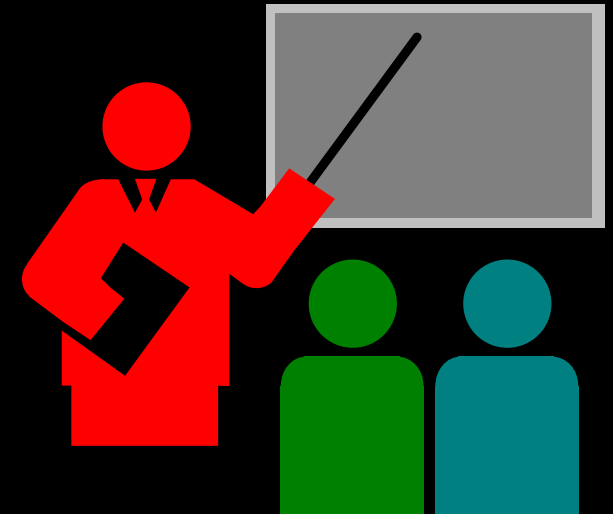
(b) Para cada computador defina:

- ❖ Para cada interface (eth0 e lo) defina:
 - Endereço IP, Network, Netmask, Broadcast
- ❖ Default gateway (será utilizado na tabela de rotas)

(c) Para o roteador interno e o roteador XYZcorp defina:

- ❖ Para cada interface:
 - Endereço IP, Network, Netmask, Broadcast
- ❖ Tabela de rotas

Configuração de interfaces



Configuração Linux

(RedHat ou Conectiva)

- ❑ **/etc/sysconfig/network**
 - ❖ NETWORKING=yes
 - ❖ FORWARDING_IPV4=false
 - ❖ HOSTNAME=terra.corporation.com.br
 - ❖ GATEWAY=200.200.200.254
 - ❖ GATEWAYDEV=eth0

- ❑ **/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0**
 - ❖ DEVICE=eth0
 - ❖ IPADDR=200.200.200.200
 - ❖ NETMASK=255.255.255.0
 - ❖ BROADCAST=200.200.200.255
 - ❖ ONBOOT=yes

- ❑ **/etc/hosts**
 - ❖ 127.0.0.1 localhost.corporaton.com.br localhost
 - ❖ 200.200.200.200 terra.corporation.com.br terra

Configuração Windows

❑ Painel de controle

❖ Network

▪ Configuração:

- Cliente para redes Microsoft
- <Driver da placa de rede>
- TCP/IP

❑ Selecionar “Properties” no TCP/IP

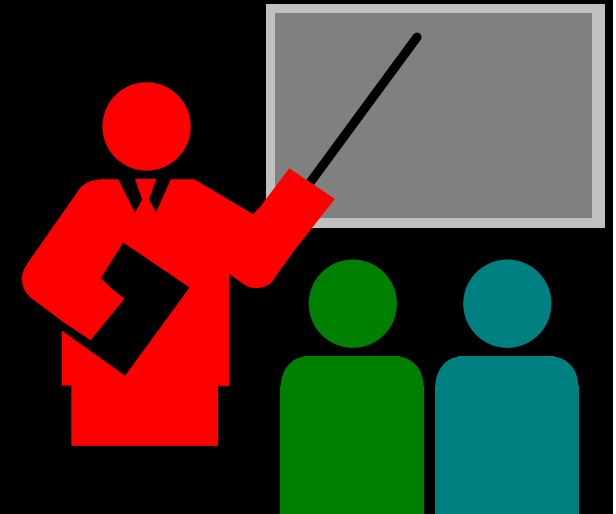
❖ Endereço IP

▪ Especificar um endereço IP

- Endereço IP
- Máscara

❖ Gateway

Exercícios Complementares



Exercícios Complementares

(17) Um usuário utilizando um sistema UNIX executou o comando “/sbin/ifconfig -a” e obteve a saída mostrada no slide a seguir. Para cada interface de rede informe:

- (a) nome da interface de rede
- (b) tipo da interface de rede
- (c) Endereço IP associado
- (d) Classe de endereçamento ao qual pertence
- (e) Está sendo utilizada a mascara padrão?
Caso contrário informe qual máscara está sendo utilizada.
- (f) Endereço de Rede
- (g) Endereço de Broadcast
- (h) Faixa de endereços disponíveis para serem configuradas nas interfaces de rede dos equipamentos desta rede

Exercícios Complementares

```
{terra|jose} /sbin/ifconfig
```

```
lo
```

```
Link encap:Local Loopback
```

```
inet addr:127.0.0.1 Bcast:127.255.255.255 Mask:255.0.0.0
```

```
UP BROADCAST LOOPBACK RUNNING MTU:3584 Metric:1
```

```
RX packets:28 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
```

```
TX packets:28 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
```

```
collisions:0
```

```
eth0
```

```
Link encap:Ethernet HWaddr 00:50:4D:00:5B:A9
```

```
inet addr:10.0.161.116 Bcast:10.0.161.255 Mask:255.255.254.0
```

```
UP BROADCAST RUNNING PROMISC MULTICAST MTU:1500 Metric:1
```

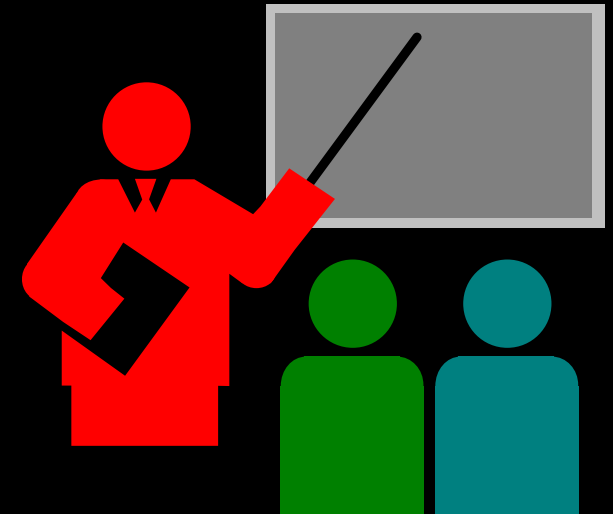
```
RX packets:70246 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
```

```
TX packets:24 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
```

```
collisions:0
```

```
Interrupt:3 Base address:0x300
```

Bibliografia deste módulo



Bibliografia deste módulo

❑ Referência principal

- ❖ TCP/IP Illustrated Volume 1: The Protocols.
STEVENS, W. RICHARD.
Addison-Wesley. 1994.

❑ Referências complementares

- ❖ Redes de Computadores: das LANs MANs e WANs às Redes ATM.
SOARES, LUIZ F. G.
Editora Campus. 1995
- ❖ Computer Networks.
TANENBAUM, ANDREW S.
3rd edition. Prentice Hall 1996.