

# Redes de Computadores

Camada de Redes - Endereçamento

Kalinka Regina Lucas Jaquie Castelo Branco

# Sub-redes (subnet)

- ❑ A estrutura de endereçamento IP pode ser mudada localmente (a critério do administrador de rede), usando-se bits de endereçamento de máquina como um adicional para endereçamento de rede;

# Sub-redes

- ❑ O número do host é dividido em número da sub-rede e número do host. O número IP é agora interpretado como:

<network number><subnet number><host number>

- ❑ A divisão é feita usando uma máscara de rede "não padrão" que permita extrair os endereços de rede e de máquina corretamente.

# Sub-redes - Exemplo

- Por exemplo: uma rede classe B

16 bits                      16 bits  
<network number><host number>

- Os 16 bits do número do host podem ser usados da seguinte forma:
  - o primeiro byte é o número da subnet e o segundo byte é o número do host.
  - $2^8-2$  (254, valores 0 e 255 são reservados) subnets possíveis
  - $2^8-2$  hosts em cada subnet
  - máscara = 255.255.255.0

# Sub-redes - Exemplo

- ❑ Rede classe C 165.214.32.0 precisa ser dividida em:
  - 3 subnets com 50 hosts e;
  - 2 subnets com 30 hosts.
- ❑ Pode-se usar a máscara 255.255.255.192 para dividir a rede em 4 sub-redes de 64 máquinas.

# Sub-redes - Exemplo

## ■ Rede 1:

Sub-rede A - 165.214.32.0 até 165.214.32.63

Sub-rede B - 165.214.32.64 até 165.214.32.127

Sub-rede C - 165.214.32.128 até 165.214.32.191

## ■ Rede 2:

Sub-rede D - 165.214.32.192 até 165.214.32.255

# Sub-redes - Exemplo

- ❑ A última sub-rede (Sub-rede D) pode ser segmentada com a máscara 255.255.255.224, resultando em duas sub-redes de 32 hosts

- ❑ Rede 2:

Sub-rede D - 165.214.32.192 até 165.214.32.223

- ❑ Rede 3:

Sub-rede E - 165.214.32.224 até 165.214.32.255

# Resolvendo do endereço

- Por exemplo, o IP 165.214.32.68 pertence à rede 1:

10100101 11010110 10000000 1000100 (IP)

11111111 11111111 11111111 11000000 (máscara)

----- AND Lógico

10100101 11010110 10000000 1000000 (165.214.32.64 = Rede 1)



# Resolvendo do endereço

- O IP 165.214.32.201 pertence à rede 2:

10100101 11010110 10000000 11001001 (IP)

11111111 11111111 11111111 11000000 (máscara)

----- AND Lógico

10100101 11010110 10000000 11000000 (165.214.32.192 = Rede 2)

# Resolvendo do endereço

- O IP 165.214.32.251 pertence à rede 3:

10100101 11010110 10000000 11111011 (IP)

11111111 11111111 11111111 11100000 (máscara)

----- AND Lógico

10100101 11010110 10000000 11100000 (165.214.32.224 = Rede 3)

# Camada de Rede

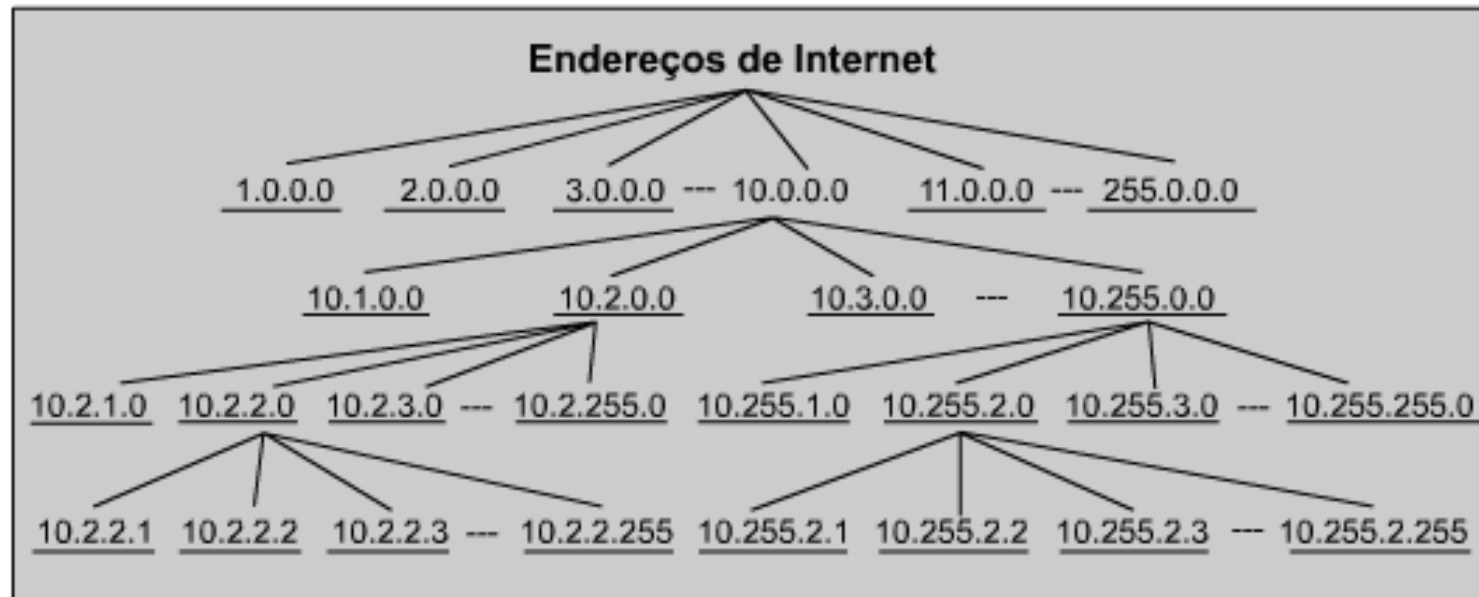
- ❑ Essa camada define a entrega **fim a fim** dos pacotes definindo um endereçamento lógico, de forma que qualquer extremidade possa ser identificada, e métodos de roteamento para que qualquer grupo existente na rede possa ser alcançado.

Diferentemente do endereço de camadas inferiores que possuem, geralmente, um significado local, este endereçamento possui um **significado global** isto é, será utilizado e compreendido por toda a rede.

# Camada de Rede

- ❑ Com este endereçamento de significado global é possível definir a forma como serão encaminhados os pacotes para que cheguem ao seu destino e a forma como os **roteadores** (dispositivos ativos desta camada) aprendem as regras que serão utilizadas para o encaminhamento dos pacotes.
- ❑ É também responsabilidade desta camada definir como fragmentar um pacote em tamanhos menores tendo em vista a **MTU** (*Maximum Transmission Unit* - Unidade de transferência máxima) da tecnologia utilizada.

# Endereço Hierárquico



# Como fazer uma sub-rede

- ❑ Dividir uma rede em sub-redes significa usar a máscara de sub-rede para dividir a rede em segmentos menores, ou sub-redes, mais eficientes e mais fáceis de gerenciar. Gerando assim números maiores de redes pequenas.
- ❑ Como fazer isso??
  - Por exemplo, o IP 10.0.0.0/8. Se você for utilizar essa rede em uma rede local, haverá "infinitos" endereços de hosts mas somente um endereço de rede! Se precisar de uma rede voltada para servidores terá que usar outra rede, o que esse endereçamento não contempla! Então a solução é o uso de sub redes.

# Como fazer uma sub-rede

- ❑ Antes de "reduzir" a rede 10.0.0.0/8, vamos analisar.
  - Esse endereço provê uma rede (10.0.0.0) e inúmeros hosts (de 10.0.0.1 a 10.255.255.254). Como não precisamos de todos esses hosts vamos reduzir da seguinte forma: 10.0.0.0/16. Pronto, simples assim! Só mudamos a máscara! Dessa forma temos 255 redes! Vamos provar!!!! Vamos colocar o IP sobre a máscara:

-	Octeto 1	Octeto 2	Octeto 3	Octeto 4
Endereço	10	0	0	0
Mascara	255	255	0	0

-	Octeto 1	Octeto 2	Octeto 3	Octeto 4
Endereço	0000 1010	0000 0000	0000 0000	0000 0000
Mascara	1111 1111	1111 1111	0000 0000	0000 0000

# Como fazer uma sub-rede

- ❑ Podemos ver que os 2 primeiros octetos se referem a rede e os dois últimos ao host. Dessa forma temos as seguintes características: Um endereçamento que provê 256 redes (de 10.0.0.0 até 10.255.0.0) e 65534 hosts por rede (de 10.0.0.1 a 10.0.255.254 ou de 10.1.0.1 até 10.1.255.255).
- ❑ Porque não variar o primeiro octeto??
  - " Porque a idéia é criar redes dentro da rede, e qual é a nossa rede??
    - 10.0.0.0/8.
  - A máscara de 8 bits fixa o primeiro octeto. Simplesmente pego emprestado alguns bits do endereço de host original e uso para endereçar a rede.
  - Vamos analisar o IP 10.12.0.20



# Como fazer uma sub-rede

-	Octeto 1	Octeto 2	Octeto 3	Octeto 4
Endereço	0000 1010	0000 1100	0000 0000	0001 0100
Mascara	1111 1111	1111 1111	0000 0000	0000 0000

- Assim podemos ver a porção de rede original (verde) a porção de rede pega emprestada (vermelha), da antiga parte de host, e a parte de host restante (preta).

# Como fazer uma sub-rede - Um exemplo

- ❑ Vamos supor queremos implementar algumas redes para servidores:
  - "Precisamos montar 4 redes para servidores! Cada rede tem que suportar até 10 servidores. Só temos disponível para isso a rede 192.168.1.0/24."
  - Como implementar 4 redes utilizando a rede 192.168.1.0/24??
    - Com sub-redes!
  - Pensando em numeração binária. Quantos bits livre temos?? 8 bits, que é o octeto 4. Vamos utilizar esses 8 bits pra criar as redes.
  - A rede tem que suportar até 10 servidores, considerando o gateway desses servidores, teremos que ter 11 endereços de Hosts nessa rede. Assim como em toda a computação, redes funciona sempre em potências de 2. Dessa forma não vamos conseguir prover exatamente 11 endereços de hosts. Qual o próximo múltiplo de 2 mais próximo de 11??

## Como fazer uma sub-rede - Um exemplo

- ❑ A próxima potência de 2 é 16. Mas como sabemos, as redes tem 2 endereços reservados, os endereços de rede - com a porção do host preenchida com zeros - e o endereço de broadcast - com a porção de hosts preenchido com um. Dessa forma temos apenas 14 ( $16 - 2$ ) endereços de hosts úteis.
- ❑ Vamos pra segunda parte! Quantos bits são necessários para escrever 14? vamos converter: 14 em decimal = 1100 em binário. Utilizamos 4 bits. Como vimos, temos 8 bits "livres". Como precisamos de 4 para os hosts, nos sobram 4 para a rede ( $8 - 4 = 4$ ). Então vamos ver na tabela!

-	Octeto 1	Octeto 2	Octeto 3	Octeto 4
Endereço	1100 0000	1010 1000	0000 0001	0000 0000
Máscara	1111 1111	1111 1111	1111 1111	1111 0000

## Como fazer uma sub-rede - Um exemplo

- ❑ Agora começa a parte complicada. Qual a máscara dessa "nova rede"?
  - 255.255.255.240 (/28).
- ❑ Então vamos ver todas as possíveis subredes que teremos utilizando a máscara /28. Como já vimos anteriormente, os uns da máscara define a porção de rede. Variando os bits da porção de rede do endereço IP (bits em vermelho) temos as possíveis redes.

# Como fazer uma sub-rede - Um exemplo

Octeto 1	Octeto 2	Octeto 3	Octeto 4	Notação decimal pontuada
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0000 0000	192.168.1.0
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0001 0000	192.168.1.16
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0010 0000	192.168.1.32
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0011 0000	192.168.1.48
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0100 0000	192.168.1.64
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0101 0000	192.168.1.80
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0110 0000	192.168.1.96
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0111 0000	192.168.1.112
1100 0000	1010 1000	0000 0001	1000 0000	192.168.1.128
1100 0000	1010 1000	0000 0001	1001 0000	192.168.1.144
1100 0000	1010 1000	0000 0001	1010 0000	192.168.1.160
1100 0000	1010 1000	0000 0001	1011 0000	192.168.1.176
1100 0000	1010 1000	0000 0001	1100 0000	192.168.1.192
1100 0000	1010 1000	0000 0001	1101 0000	192.168.1.208
1100 0000	1010 1000	0000 0001	1110 0000	192.168.1.225
1100 0000	1010 1000	0000 0001	1111 0000	192.168.1.240

❑ Qual é o truque???

## Como fazer uma sub-rede - Um exemplo

- ❑ Agora vamos pegar um endereço de rede e calcular os endereços de hosts. Por exemplo a rede 192.168.1.80/28.

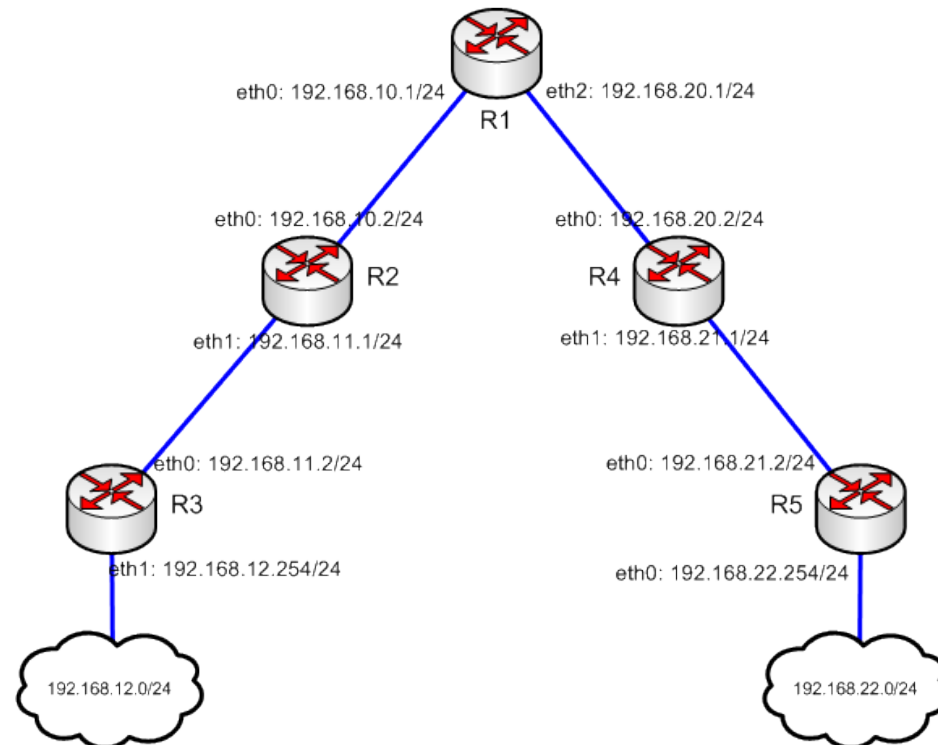
Octeto 1	Octeto 2	Octeto 3	Octeto 4	Notação decimal pontuada
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0101 0000	192.168.1.80
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0101 0001	192.168.1.81
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0101 0010	192.168.1.82
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0101 0011	192.168.1.83
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0101 0100	192.168.1.84
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0101 0101	192.168.1.85
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0101 0110	192.168.1.86
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0101 0111	192.168.1.87
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0101 1000	192.168.1.88
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0101 1001	192.168.1.89
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0101 1010	192.168.1.90
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0101 1011	192.168.1.91
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0101 1100	192.168.1.92
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0101 1101	192.168.1.93
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0101 1110	192.168.1.94
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0101 1111	192.168.1.95

## Como fazer uma sub-rede - Um exemplo

- ❑ Vale lembrar que o primeiro endereço de host (com todos os bits da porção de hosts como zero) é o endereço de rede (192.168.1.80) e o último endereço (com todos os bits da porção de hosts como uns) é o endereço de broadcast (192.168.1.95).
- ❑ Você pode ver que o endereço de broadcast é exatamente o endereço da próxima sub-rede (192.168.1.96) subtraído de um.
  - Essa "manha" é útil para quando você precisa saber rapidamente o endereço de broadcast de uma rede.
- ❑ Observe também que o endereço de rede sempre é par e o endereço de broadcast sempre é ímpar. No caso do cálculo dos endereços de hosts é mais simples pois só precisamos incrementar com o número 1.

# Utilização das Sub-redes

- ❑ As sub-redes são muito úteis também para reduzir o desperdício de redes. Em uma rede grande é normal ter links não populados entre roteadores. Ex:





# Utilização das Sub-redes

- ❑ Se não utilizarmos subredes designaríamos uma rede de 254 hosts para conectar 2 roteadores, o que é um desperdício extremo pois precisamos de apenas 2 endereços de hosts. Nesse caso utiliza-se subrede.
- ❑ Se utilizarmos um IP com máscara /30 ou 255.255.255.252 teremos uma rede de apenas 2 hosts. Vamos ver um exemplo prático. Vamos pegar o IP 172.16.32.0/30.

# Utilização das Sub-redes

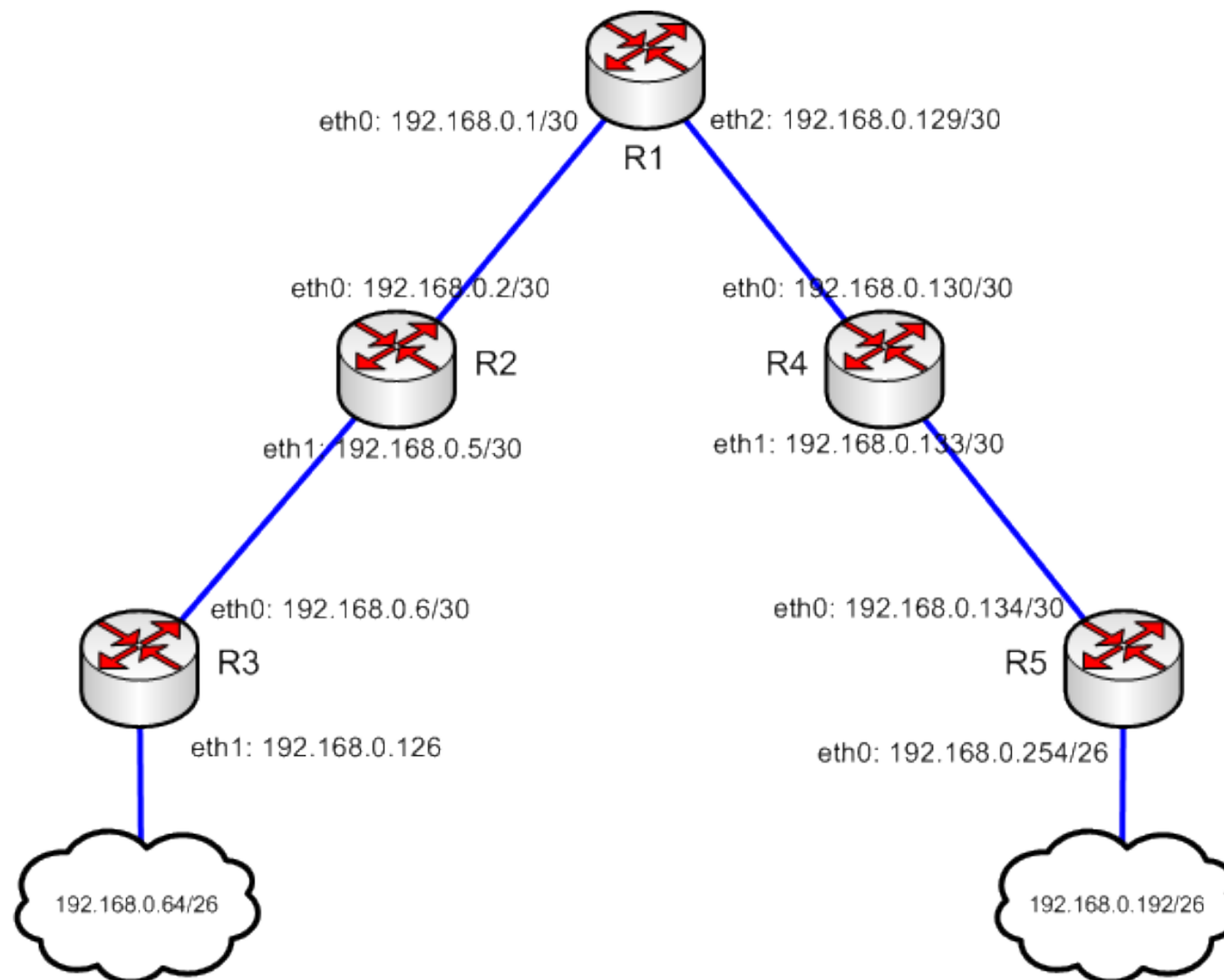
-	Octeto 1	Octeto 2	Octeto 3	Octeto 4
Endereço	1010 1100	0001 0000	0010 0000	0000 0000
Máscara	1111 1111	1111 1111	1111 1111	1111 1100

Octeto 1	Octeto 2	Octeto 3	Octeto 4	Notação decimal pontuada
1010 1100	0001 0000	0010 0000	0000 0000	172.16.32.0
1010 1100	0001 0000	0010 0000	0000 0001	172.16.32.1
1010 1100	0001 0000	0010 0000	0000 0010	172.16.32.2
1010 1100	0001 0000	0010 0000	0000 0011	172.16.32.3

- Podemos ver que o endereço de rede é 172.16.32.0, o de broadcast é o 172.16.32.3 e os únicos IPs de hosts válidos são o 172.16.32.1 e o 172.16.32.2. Se dispormos de todo o bloco 172.16.32.0/24 podemos ter 64 redes. Por exemplo a rede 172.16.32.4, com os hosts 172.16.32.5 e 172.16.32.6 e broadcast com 172.16.32.7. Vamos rever a topologia anterior utilizando subredes /30:

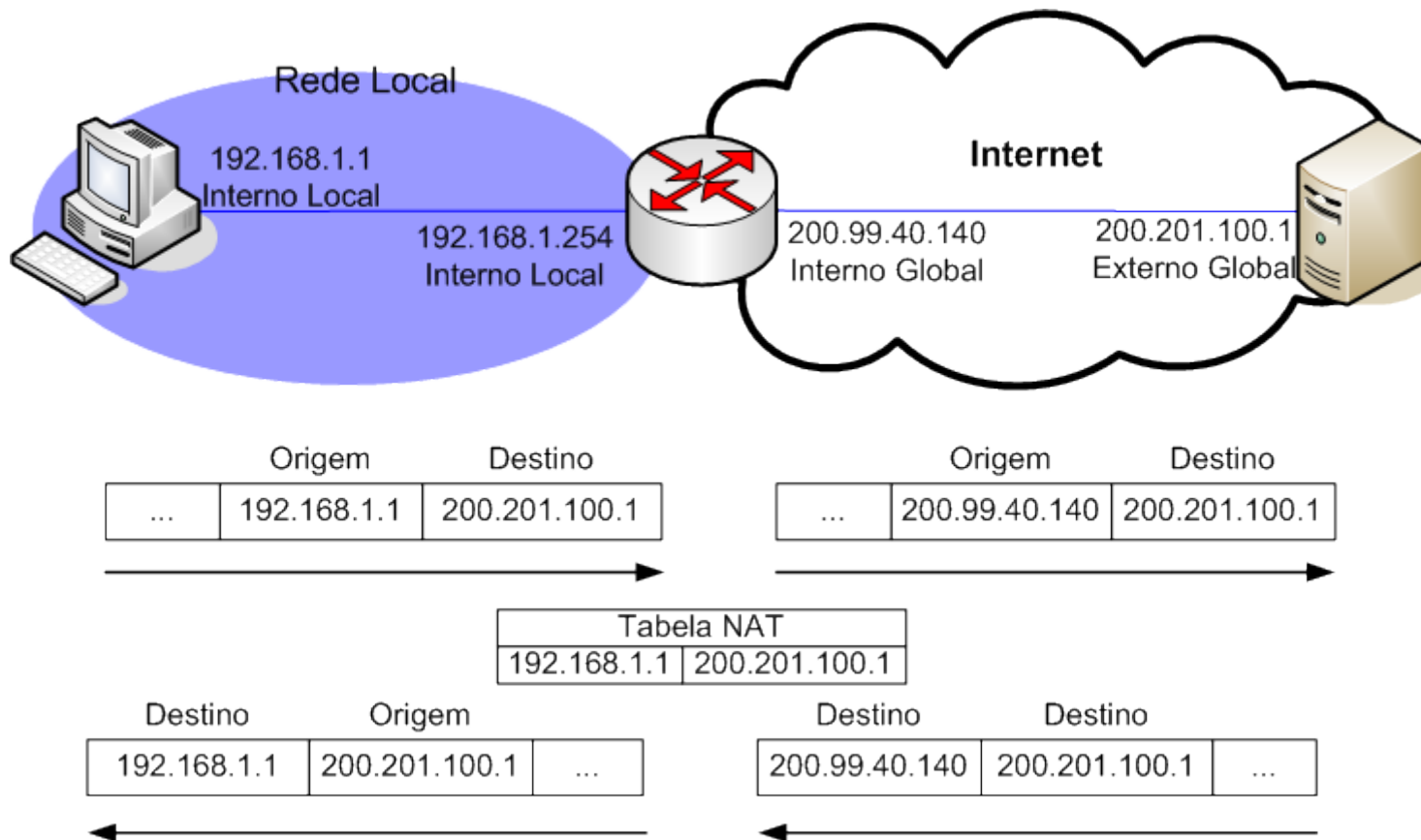
# Utilização das Sub-redes



# NAT (Network Address Translation)

- ❑ Definida na RFC-1631 a NAT (Tradução de Endereço de Rede) foi criada para reduzir o número de endereços públicos na internet permitindo que uma rede com endereço privado tenha acesso à internet. Para isto é feita a conversão dos endereços privados em endereços públicos.
- ❑ Ao realizar uma NAT alguns endereços são mantidos e outros são alterados dependendo da direção do pacote em uma conexão. Um dispositivo habilitado para NAT geralmente opera na borda de uma rede *stub*. Uma rede *stub* é uma rede que tem uma única conexão para a rede externa.

# NAT (Network Address Translation)



# NAT (Network Address Translation)

- ❑ Ao realizar uma NAT para os endereços de uma rede local (Endereços Internos Locais) é necessário possuir ao menos um endereço público (Endereço Interno Global) que estará localizado no roteador que provê acesso à internet.
- ❑ Este roteador irá alterar o conteúdo do cabeçalho do pacote trocando o endereço privado de origem pelo seu endereço público. Este mapeamento é armazenado na tabela NAT e o pacote será encaminhado.
- ❑ Ao responder o *host* da internet irá endereçar o pacote ao endereço interno global, pois foi este quem o enviou.
- ❑ Ao receber a resposta o roteador saberá que esta é uma resposta para o *host* interno por meio do mapeamento existente na tabela NAT criada por ele.

# NAT (Network Address Translation)

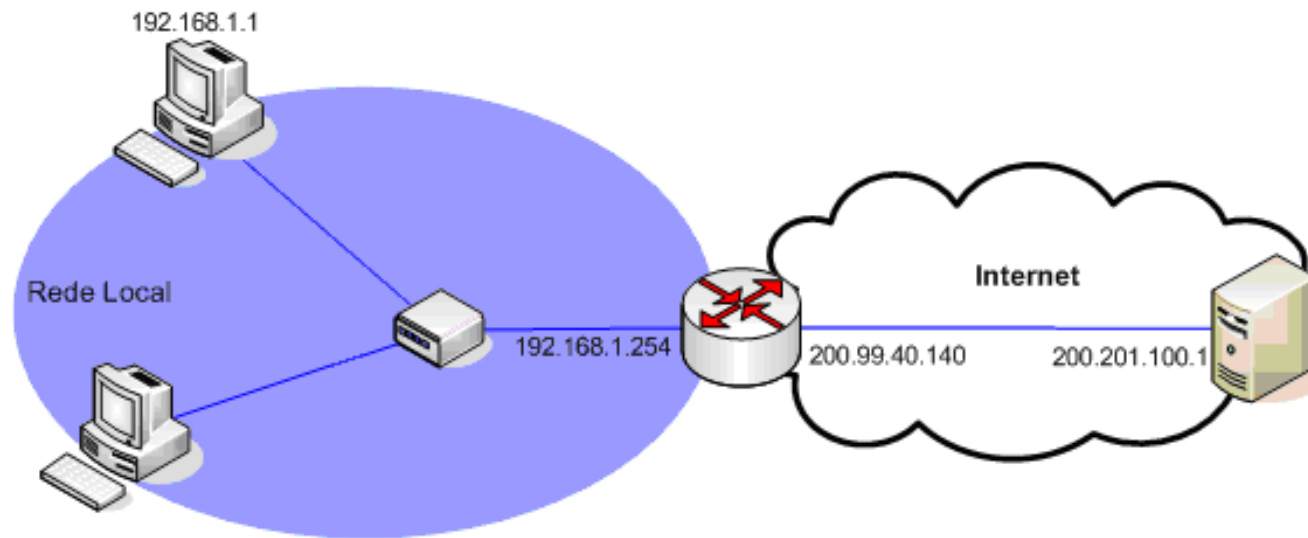
- ❑ A NAT não só torna desnecessária a utilização de endereços públicos para todos os sistemas que necessitam de acesso à internet, mas também provê segurança. Caso um *host* da internet tente se comunicar com um *host* da rede local esta comunicação será bloqueada, pois não existe na tabela NAT um registro dessa comunicação. Desta forma a NAT permite que somente sejam abertas conexões no sentido "rede local para Internet", impedindo ataques de *hackers*.
- ❑ Como a NAT faz um mapeamento IP a IP (IP de origem a IP de destino) para que haja múltiplos acessos a um mesmo destino seriam necessários vários endereços. Para prover este serviço, sem que haja mapeamentos duplicados, a NAT utiliza uma multiplexação no nível das portas, isto é feito por meio da PAT (*Port Address Translation*).

# NAT (Network Address Translation)

- ❑ Com o uso da PAT, os *hosts* internos podem compartilhar um único endereço IP público para toda comunicação externa. A PAT faz um mapeamento na tabela NAT mais detalhado utilizando IP de origem, IP de destino, e porta de origem e destino. Caso a porta de origem já esteja mapeada para outra origem, o roteador irá incrementar o número da porta do datagrama e realizar a tradução.



# NAT (Network Address Translation)



Endereço		Porta	
Origem	destino	Origem	destino
192.168.1.1	200.201.100.1	4444	80

Endereço		Porta	
Origem	destino	Origem	destino
200.99.40.140	200.201.100.1	4444	80

Tabela NAT		
192.168.1.1	4444	200.201.100.1

Endereço		Porta	
Origem	destino	Origem	destino
192.168.1.2	200.201.100.1	4444	80

Endereço		Porta	
Origem	destino	Origem	destino
200.99.40.140	200.201.100.1	4445	80

Tabela NAT		
192.168.1.1	4444	200.201.100.1
192.168.1.2	4445	200.201.100.1

# NAT (Network Address Translation)

- ❑ Apesar de todas as vantagens apresentadas pela NAT ela também possui desvantagens:
  - Aumenta o atraso devido a tradução de cada endereço IP dentro dos cabeçalhos dos pacotes;
  - Perda da rastreabilidade IP ponta-a-ponta.  
Torna-se muito mais difícil rastrear pacotes que passam por diversas alterações de endereço;
  - Força alguns aplicativos que usam endereçamento IP a pararem de funcionar, porque oculta os endereços IP ponta-a-ponta.

# Controle de Congestionamento

# Controle de Congestionamento

- ❑ Excesso de pacotes em uma sub-rede => congestionamento que pode levar a um “*dead-lock*” da rede
- ❑ Métodos de controle de congestionamento:
  - Descarte de pacotes
  - Pré-alocação de *buffers* (por conexão, as quais podem ser rejeitadas)
  - Controle isorrítmico (limitação do número de pacotes em trânsito)
  - Controle de tráfego na camada de enlace
  - etc.

# Princípios Gerais

## ❑ Ponto de visto do controle:

- Open loop: Tentam resolver o problema com um bom projeto, não cabendo alterações durante a execução.
- Close loop: São baseadas no conceito de feedback. Tem 3 partes:
  - Monitorar o sistema para detectar quando e onde o congestionamento ocorre;
  - Passar a informação para onde ações podem ser tomadas e;
  - Ajustar a operação do sistema de modo a corrigir o problema.

# Monitorar o sistema

- ❑ Métricas de monitoramento:
  - % de pacotes descartados;
  - tamanho médio das filas;
  - número de pacotes retransmitidos;
  - atraso no envio;
- ❑ O aumento desses números indica congestionamento.

# Passar informação

- ❑ Enviar msg para fonte comunicando o problema.  
Gera mais pacotes!!!!
- ❑ Enviar pacotes periodicamente com informações.

# Ajustar o Sistema

- ❑ A presença de congestionamento significa que a carga é maior que os recursos.
- ❑ Soluções:
  - Aumentar os recursos: depende, muitas vezes só piora;
  - Diminuir a carga: pode significar ausência de serviços para os usuários



# Políticas que afetam o congestionamento

# Na camada de enlace de dados...

- ❑ Retransmissão;
- ❑ *Caching* “fora de ordem”;
- ❑ Reconhecimento (*acks*)
- ❑ Controle de fluxo.

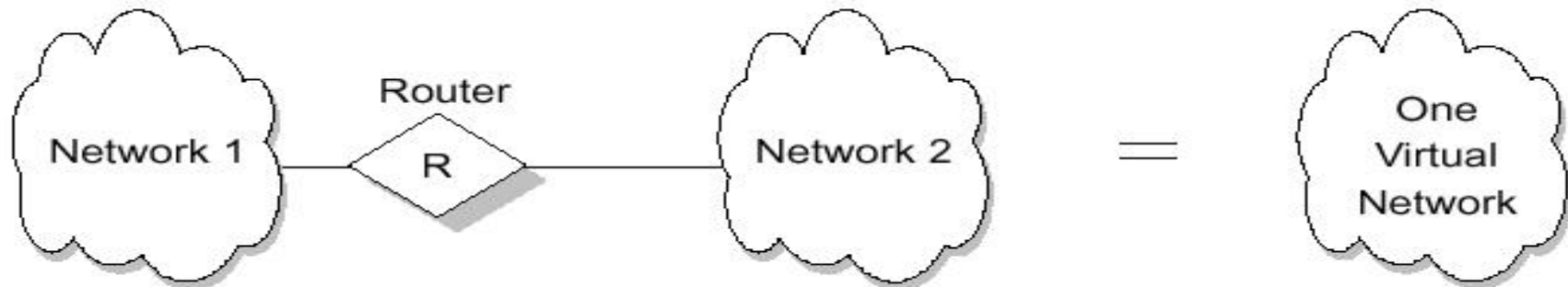
## Na camada de rede...

- ❑ Circuitos virtuais X Datagramas;
- ❑ Fila de pacotes;
- ❑ Descarte de pacotes;
- ❑ Algoritmo de roteamento;
- ❑ Gerenciamento de tempo de vida do pacote.

# Internetworking

- ❑ Interconectar diferentes redes (físicas) para que apareçam para o usuário como uma única grande rede.

# Internetworking



Two networks interconnected by a router

equals

Internet A



Multiple networks interconnected by routers  
(also seen as 1 virtual network, an Internet)