



Universidade do Minho
Escola de Engenharia



PRINCÍPIOS BÁSICOS DE REDE E CONFIGURAÇÃO DE ROUTERS

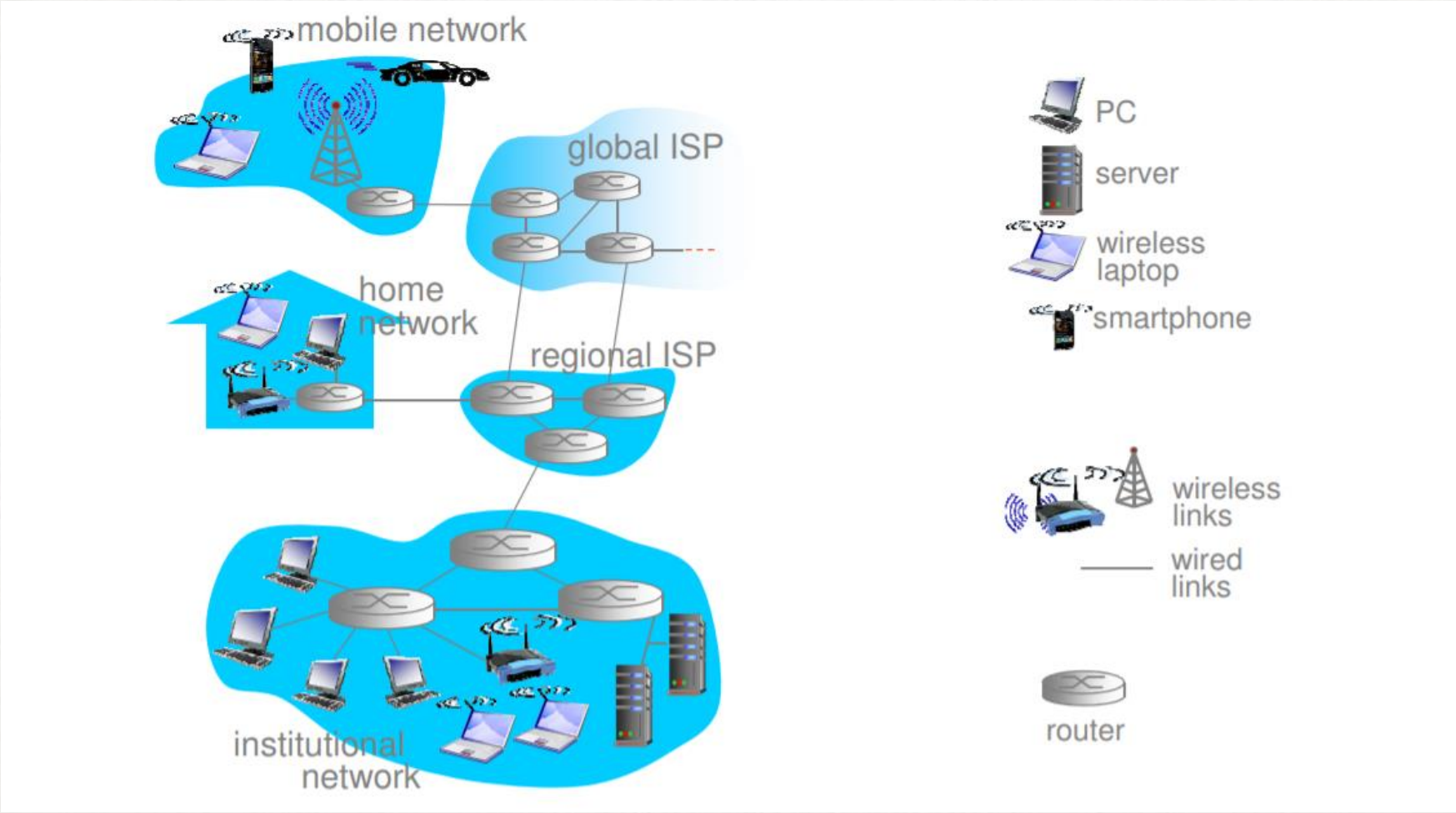
O QUE É A INTERNET?

- Rede à escala mundial que liga milhões de dispositivos computacionais (PCs, workstations, servidores, e mais recentemente computadores portáteis, computadores de bolso, televisões, e até torradeiras ;-))), que se designam por Sistemas Terminais (hosts).
- Os Sistemas Terminais executam um conjunto de aplicações distribuídas, designadas por Aplicações de Rede, de que são exemplo, o correio electrónico, o Web, etc.
- Os Sistemas Terminais estão ligados entre si através de Ligações que usam diferentes tecnologias e diferentes Meios de Transmissão (fios de cobre, cabos coaxiais, fibras ópticas, espaço rádio-eléctrico, etc).

O QUE É A INTERNET?

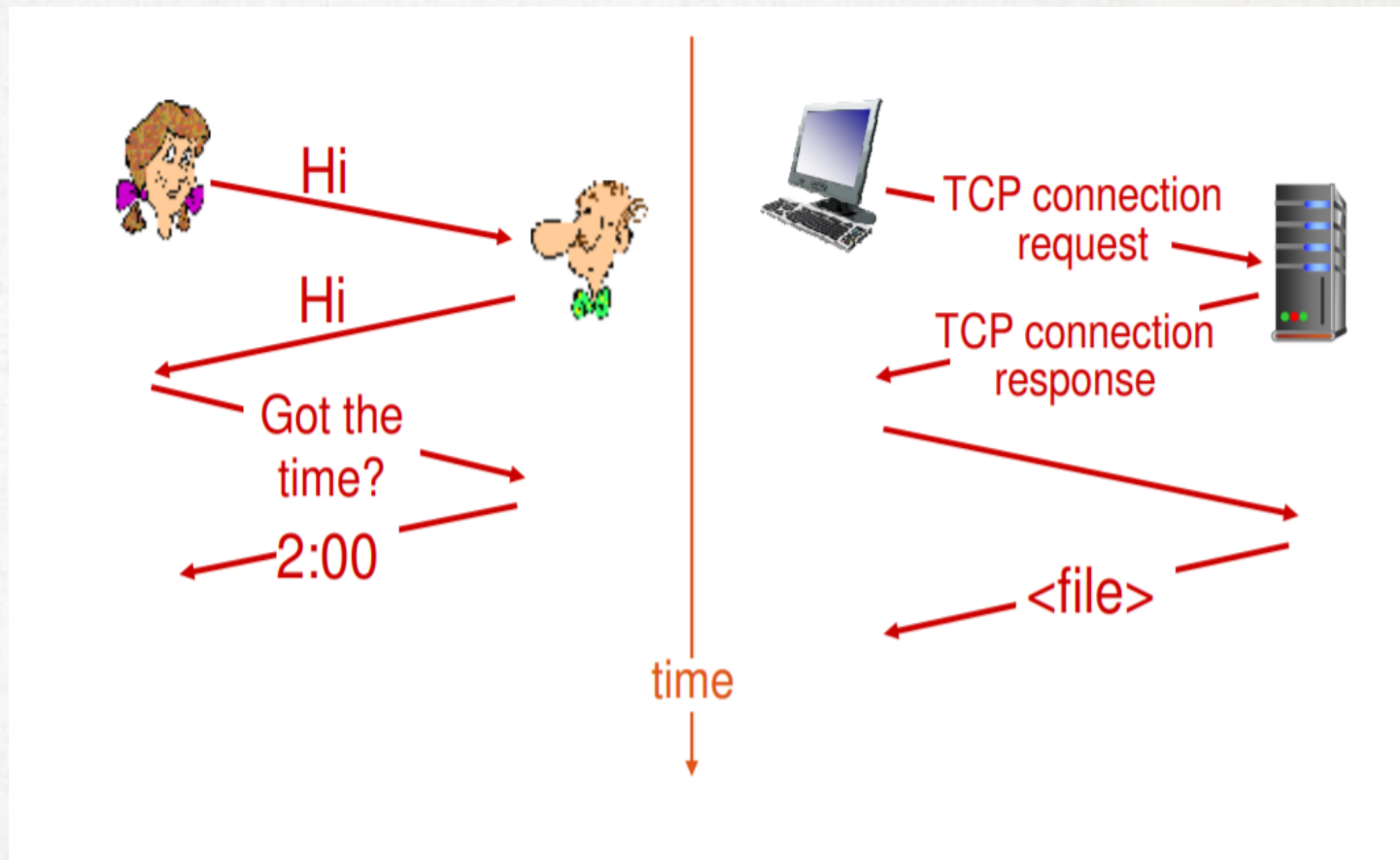
- Os Sistemas terminais estão ligados indiretamente através de dispositivos de comutação que se designam por Encaminhadores (packet switches).
- Os Encaminhadores possuem no mínimo duas Ligações, e reenviam os dados (organizados em pacotes) que recebem de uma ligação de entrada para uma ligação de saída. Existem vários tipos de encaminhadores mas os dois tipos principais hoje em dia são os routers (nível 3) e os switches (nível 2).
- O caminho efetuado por um pacote desde o sistema terminal de origem, passando por uma série de ligações e encaminhadores até ao sistema terminal de destino designa-se por caminho ou rota.

O QUE É A INTERNET?



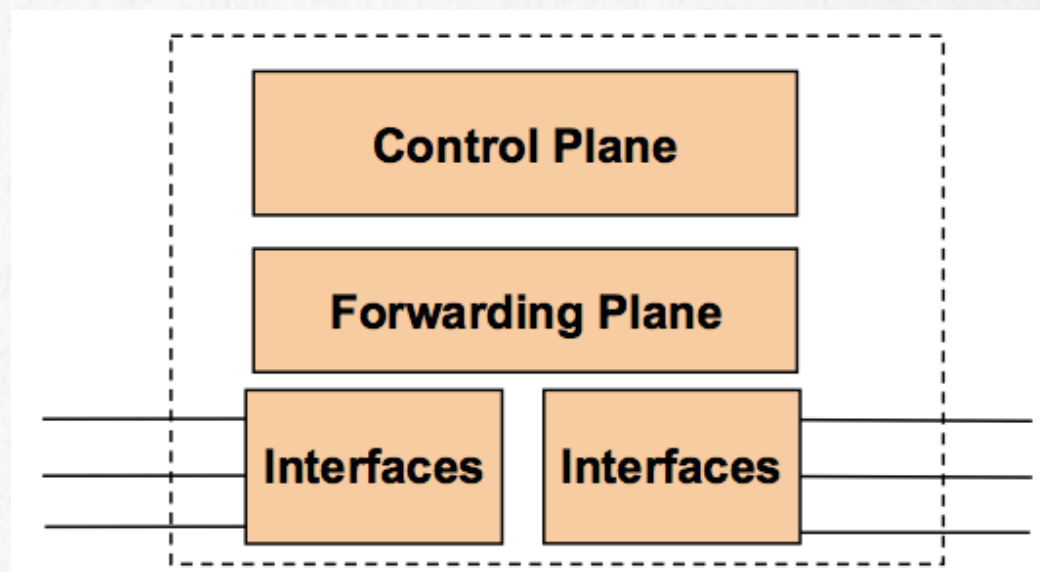
O QUE É UM PROTOCOLO?

Conjunto de regras (sintáticas, semânticas e temporais) ou convenções que regulam a comunicação entre duas entidades. Surgem normalmente agrupados em famílias de protocolos (ex: família TCP/IP).



O QUE É UM ROUTER?

- Arquitetura genérica
 - Control Plane – Responsável pela construção de tabelas de encaminhamento dos protocolos de encaminhamento.
 - Packet Forwarding – Verifica um conjunto de parâmetros associados pacote a chegada do router (destino, tempo de vida, etc...)
 - Interfaces – Responsável pela ligar os routers.



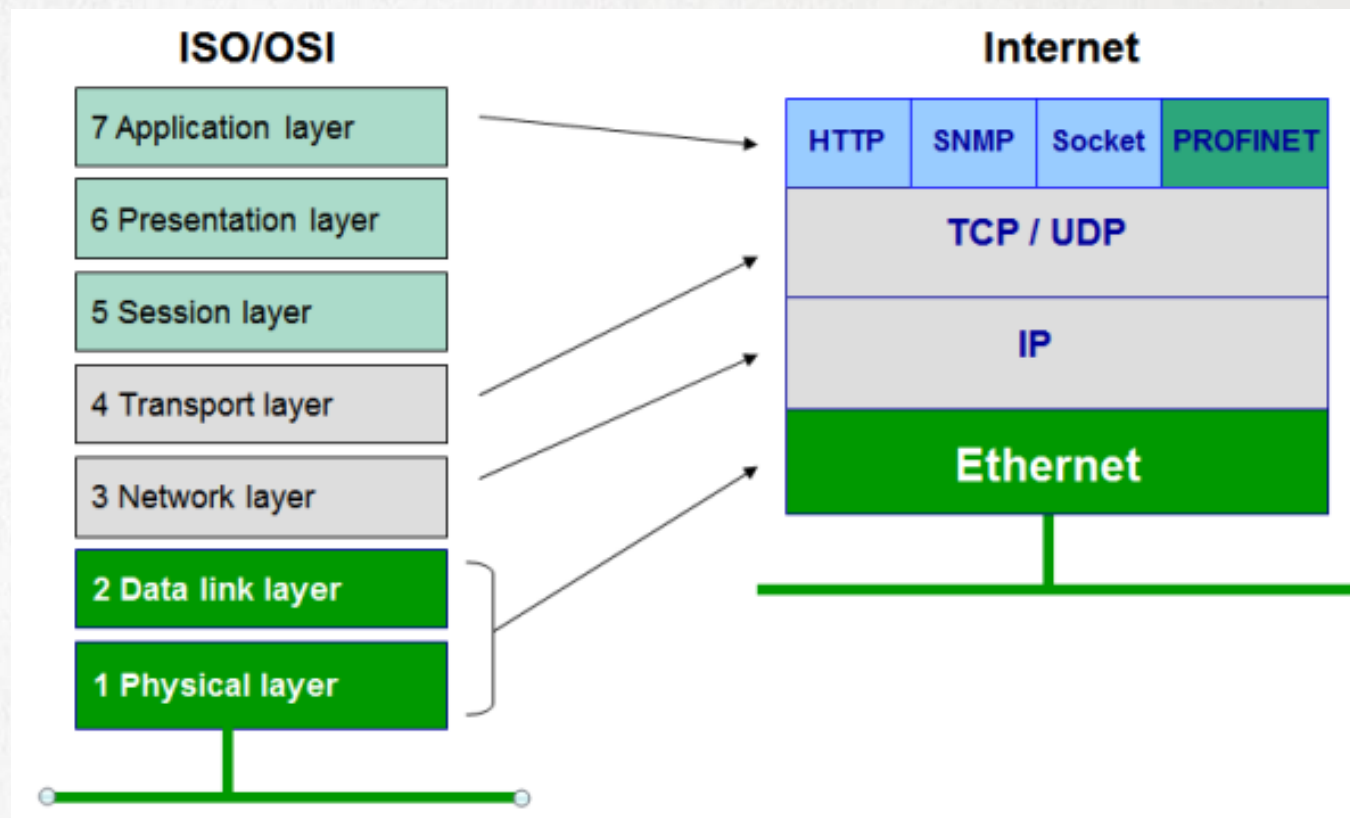
CAMADAS DE REDE

- Aplicação: suporta as aplicações da rede
 - FTP, SMTP, HTTP
- transporte: transferência de dados entre processos
 - TCP, UDP
- rede: encaminhamento dos datagramas desde da fonte até ao destinatário
 - IP, routing protocols
- ligação: transferência de dados entre os elementos de rede adjacentes
 - PPP,
- físico: bits “onEthernet the wire”

Aplicação
Transporte
Rede
Ligação
Físico

ETHERNET

- Arquitetura de interconexão para redes local - Rede de Área Local (LAN) mais utilizada
- O protocolo Ethernet inclui 2 das camadas mais baixas da pilha.
- Cada interface tem associado um endereço MAC (Media Access Control) único.
- As redes Ethernet funcionam como um meio de broadcast, quando há transmissão de dados os pacotes enviados são vistos por todas as máquinas da rede.



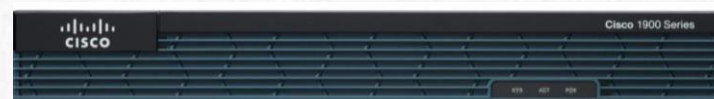
TRAMA ETHERNET

- O preâmbulo permite que o recetor se sincronize com o emissor Terceira marca aqui
- Cada sistema tem um endereço único de 48 bits, atribuído pelo fabricante da placa que, em princípio, não é possível alterar
- Cada trama contém o endereço do emissor e do recetor
- O campo tipo é uma espécie de etiqueta que indica que dados são transportados em cada trama
- O CRC permite detetar erros de transmissão.

Preâmbulo	Endereço destino	Endereço de Origem	tipo	Dados	Controlo de Erros
8 bytes	6 bytes	6 bytes	2 bytes	De 46 a 1500 bytes	4 bytes

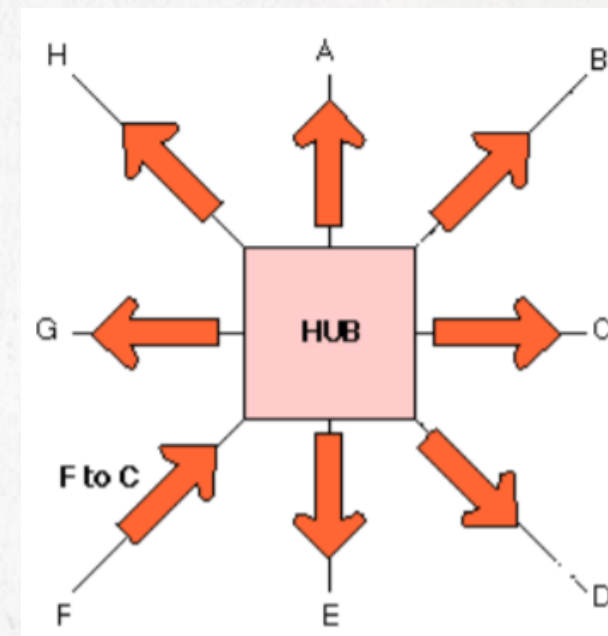
ELEMENTOS DE REDE

- HUB
- SWITCH
- ROUTER
- AP(Access Point)
- BRIDGE



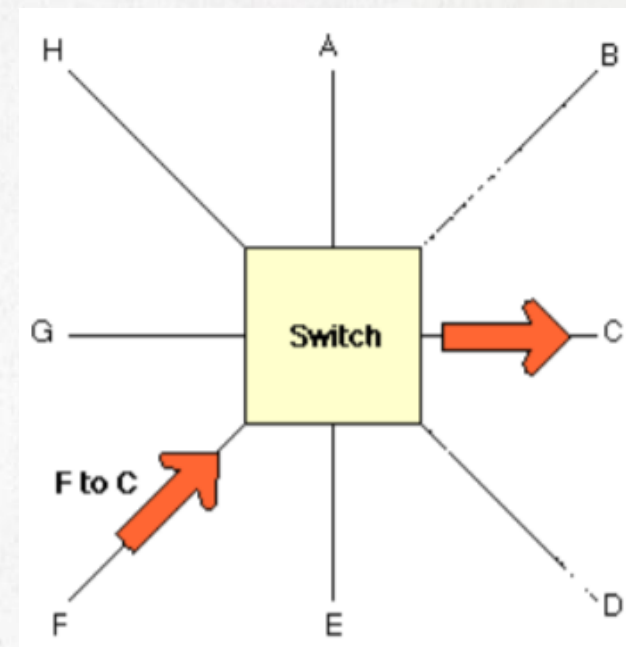
HUB

- Opera no nível físico do modelo OSI;
- Equipamento passivo;
- É constituído por várias portas RJ45;
- Não interpreta as tramas;
- Monitorização contínua de sinais e sua regeneração;
- Repete tudo o que “ouve”;
- Permite cobrir várias distâncias;
- Permite maior flexibilidade no desenho da rede.



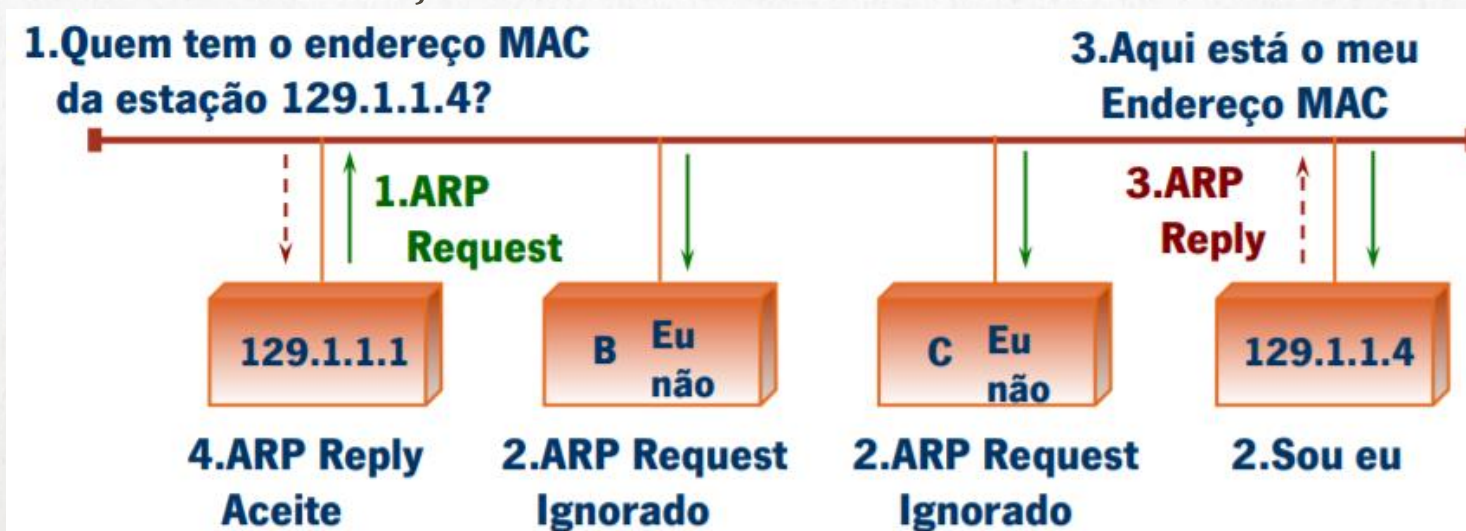
SWITCH

- Opera na camada 2 do modelo OSI;
- Mais de duas interfaces;
- Capacidade de aprendizagem como as *bridges*;
- Permite paralelismo;
- Requer *buffering* adequado;
- Reduz carga na rede;
- Aumenta desempenho;
- Pode validar endereços MAC;
- Cria um LANS virtuais.



ARP

- ARP (Address Resolution Protocol) mapeia um endereço de rede no endereço MAC (48 bits) que lhe corresponde. Este protocolo é específico para a rede LAN.
- ARP Request é enviado em broadcast
- ARP Reply é enviado em unicast à estação requerente, que mantém temporariamente a resolução na cache de ARP

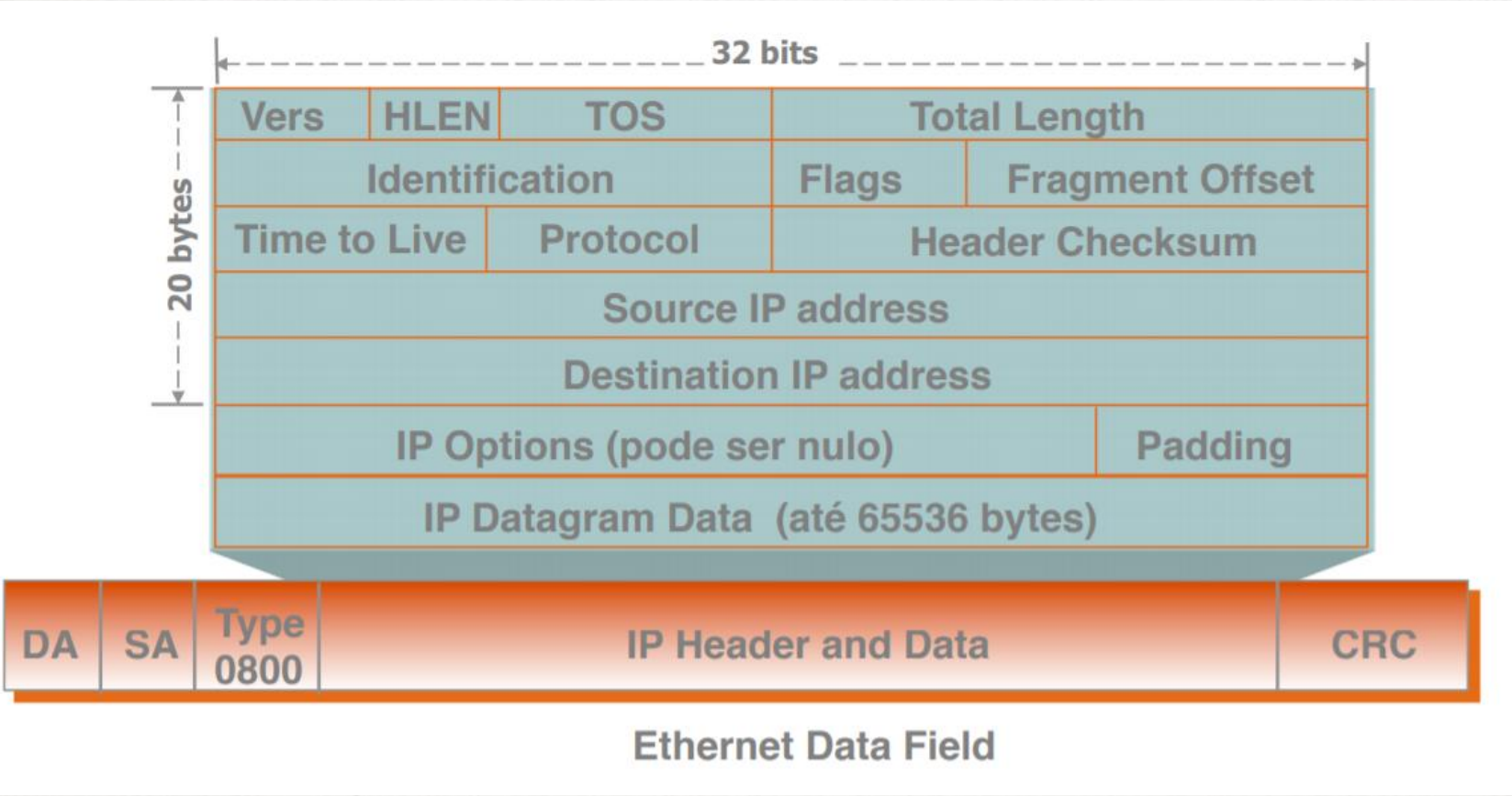


IP - INTERNET PROTOCOL

- É um protocolo de interligação de rede, cujo paradigma protocolar é o melhor esforço (best effort):
- Versões: IPv4 (em uso generalizado), IPv6 (em instalação)
- Principais funções:
 - fornece a unidade elementar de transferência de dados:
 - o PDU do IP é um datagrama IP
 - inclui mecanismos para o seu encaminhamento

IP - INTERNET PROTOCOL

FORMATO DA TRAMA



IP - INTERNET PROTOCOL

FORMATO DA TRAMA

- **Vers** (4bit): versão do protocolo (valor 4 ou valor 6)
- **HLEN** (4bit): tamanho do cabeçalho em blocos de 32 bits; valor mínimo é 5;
- **TOS** (8bit): dá uma indicação em abstrato dos parâmetros de qualidade de serviço pretendidos (atraso baixo, débito elevado, etc)
- **Total Length** (16bit): tamanho total (cabeçalho + dados) em bytes; (máximo é 65535, mas normalmente não passa dos 1500 bytes)
- **Identification** (16bit): identificador único por datagrama e por cada conexão que ajuda a identificar todos os fragmentos que devem ser reagrupados
- **Flags** (3bit): Bit 0 = 0 (reservado); Bit 1 = DF (don't fragment); Bit 2 = MF (more fragments);
- **Fragment Offset** (13bit): define a que parte do datagrama pertence este fragmento e mede-se em blocos de 64 bits (8 bytes)

IP - INTERNET PROTOCOL

FORMATO DA TRAMA

- **Time To Live** (8bit): máximo tempo de vida do datagrama que é decrementado a cada salto; quando o valor é zero o datagrama é destruído;
- **Protocol** (8bit): usado para identificar qual o protocolo da camada acima a quem devem ser entregues os dados transportados
- **Header Checksum** (16bit): soma de verificação em complemento para 1 do cabeçalho (recalculado em cada salto por causa do TTL)
- **IP Options** (opcional e de tamanho variável):
 - **Security**
 - **Loose Source Rounting**
 - **Strict Source Routing**
 - **Record Route**
 - **Stream ID**
 - **Internet Timestamp**

IP - INTERNET PROTOCOL

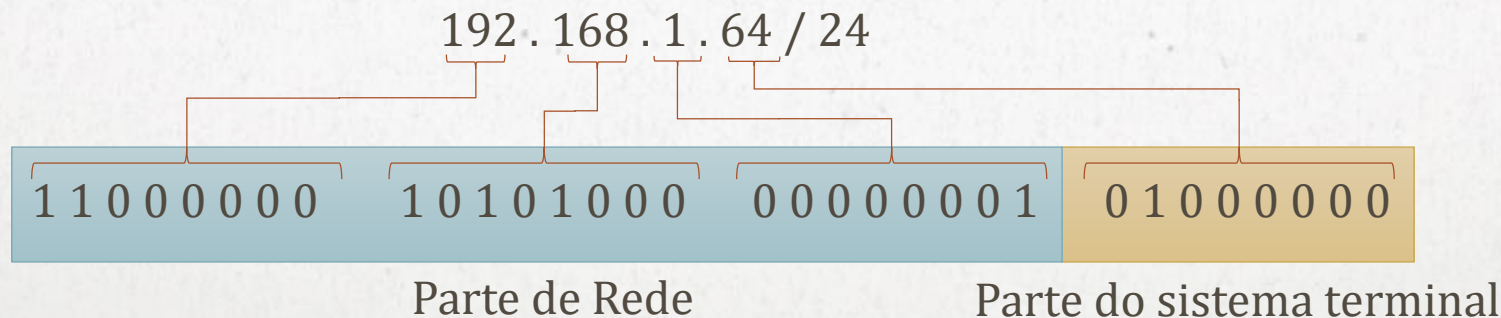
ENDEREÇAMENTO

VERS	HLEN	TOS	Total Length	
Identification			Flags	Fragment Offset
Time to Live	Protocol		Header Checksum	
Source IP address				
Destination IP address				
IP Options (may be null)				Padding
IP Datagram Data (up to 65,535 bytes)				

IP - INTERNET PROTOCOL

ENDEREÇAMENTO

- **Endereço IP:**
 - Identificador de 32-bits (IPv4) associado a uma interface de rede ou encaminhador.
Exemplo: 192.168.1.32.
 - **Constituído com 4 octetos de 8 bits.**
 - Constituído por 2 partes:
 - **Parte de Rede(bits mais significativos).**
 - **Parte do sistema Terminal (bits menos significativos).**
 - A **maska de rede** define qual é a parte do endereço que corresponde a rede (/24 significa que os primeiros 24 bits definem a Rede).



IP - INTERNET PROTOCOL

ENDEREÇAMENTO

- Considere o endereço seguinte IP 130.1.9.1/21
 - Este é o endereço 257 da rede 130.1.8.0

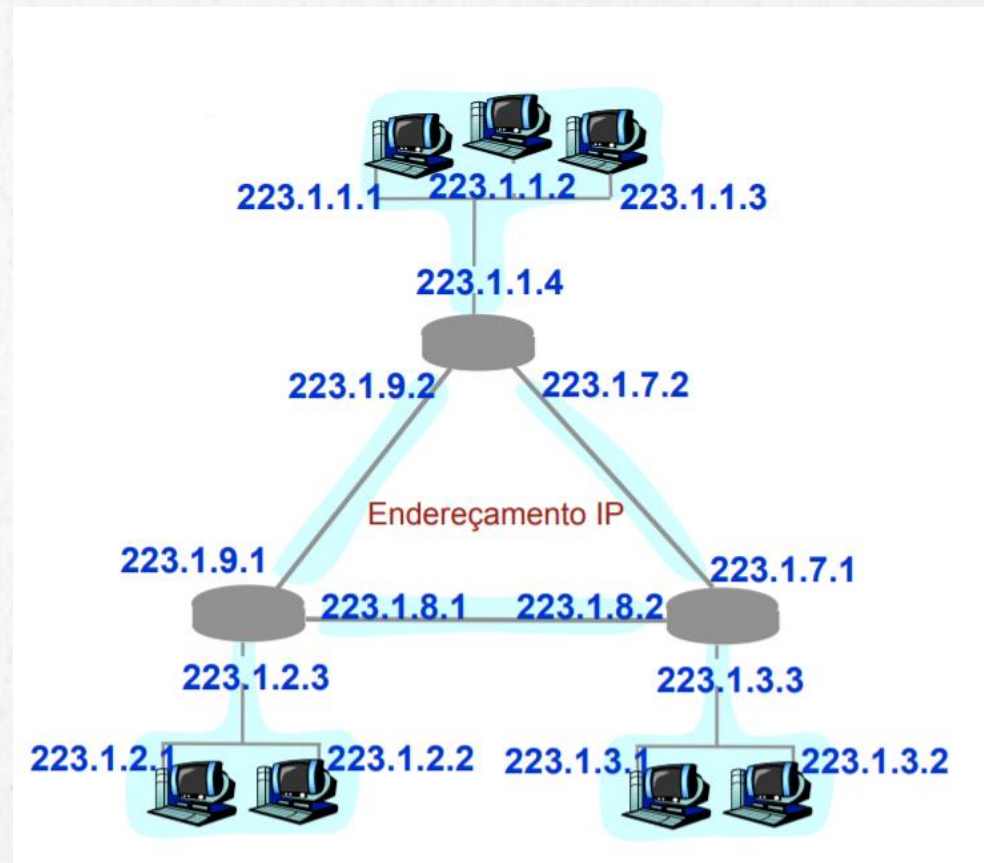
		Subrede	Estação
10 0000 1 0	0 000000 1	0 000 100 1	0 000000 1
130	1	9	1

O endereço 130.1.9.1 tem máscara:
11111111.11111111.11110000.00000000
ou seja : 255 . 255 . 248 . 0

IP - INTERNET PROTOCOL

EXERCÍCIO 1

- Considera a seguinte topologia de rede
 - Quantas redes se encontram na figura?
 - Qual a mascara utilizada?
 - Qual o endereço de rede utilizado (endereço / mascara) ?



IP - INTERNET PROTOCOL

PERCURSO DE UM DATAGRAMA

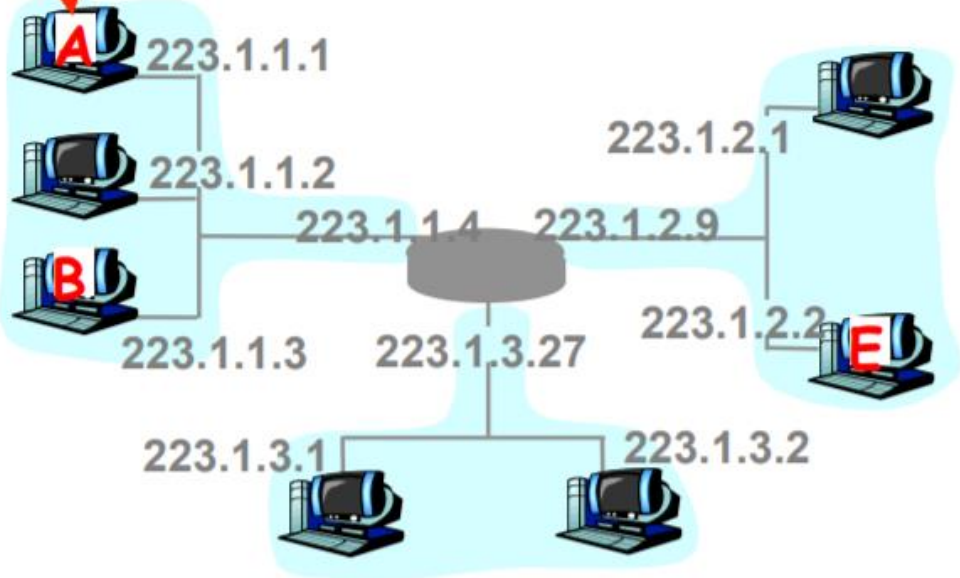
Datagrama IP:

misc fields	source IP addr	dest IP addr	data
----------------	-------------------	-----------------	------

- O datagrama não é modificado, desde a origem até ao destino

Tabela encaminhamento de A

Dest. Net.	next router	#hops
223.1.1		1
223.1.2	223.1.1.4	2
223.1.3	223.1.1.4	2



IP - INTERNET PROTOCOL

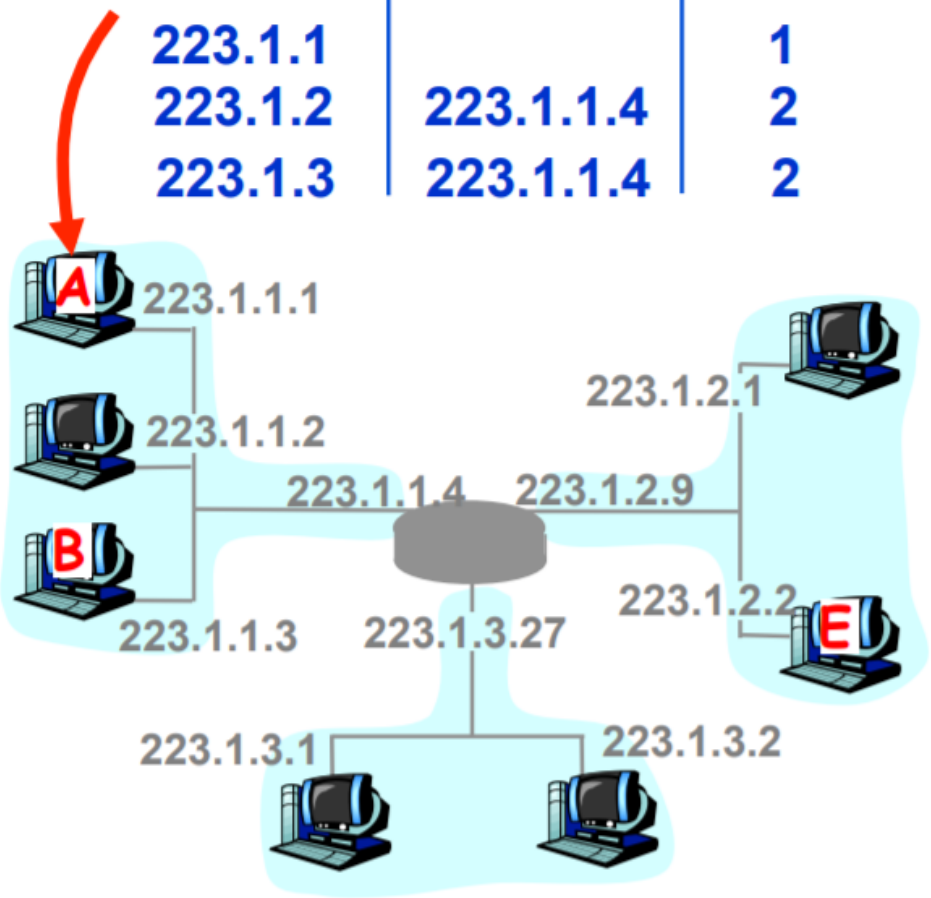
PERCURSO DE UM DATAGRAMA

misc fields	223.1.1.1	223.1.1.3	data
-------------	-----------	-----------	------

Partindo de A, datagrama IP endereçado a B:

- **Buscar endereço de rede de B**
- **B está na mesma rede de A**
- **datagrama directamente para B**
 - B e A estão ligados directamente

Dest. Net.	next router	#hops
223.1.1		1
223.1.2	223.1.1.4	2
223.1.3	223.1.1.4	2



IP - INTERNET PROTOCOL

PERCURSO DE UM DATAGRAMA

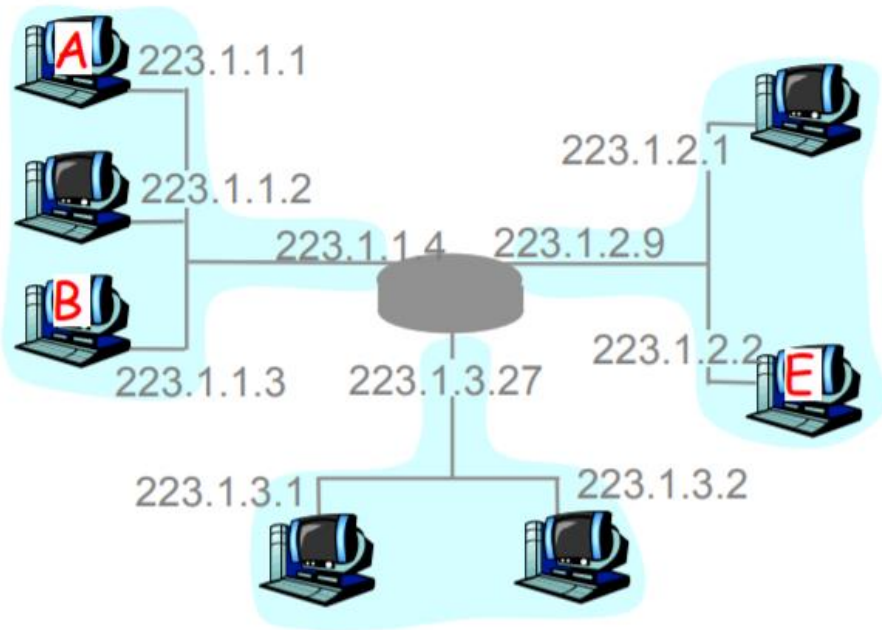
misc fields	223.1.1.1	223.1.2.2	data
----------------	-----------	-----------	------

Partindo de A, destino E:

- Busca endereço de rede de E
- E está numa rede *diferente*
 - A, E sem ligação directa
- Tabela encaminhamento: próximo nó é 223.1.1.4
- envia datagrama para router 223.1.1.4
- datagrama chega a 223.1.1.4
-

Dest. Net. next router #hops

Dest. Net.	next router	#hops
223.1.1		1
223.1.2	223.1.1.4	2
223.1.3	223.1.1.4	2



IP - INTERNET PROTOCOL

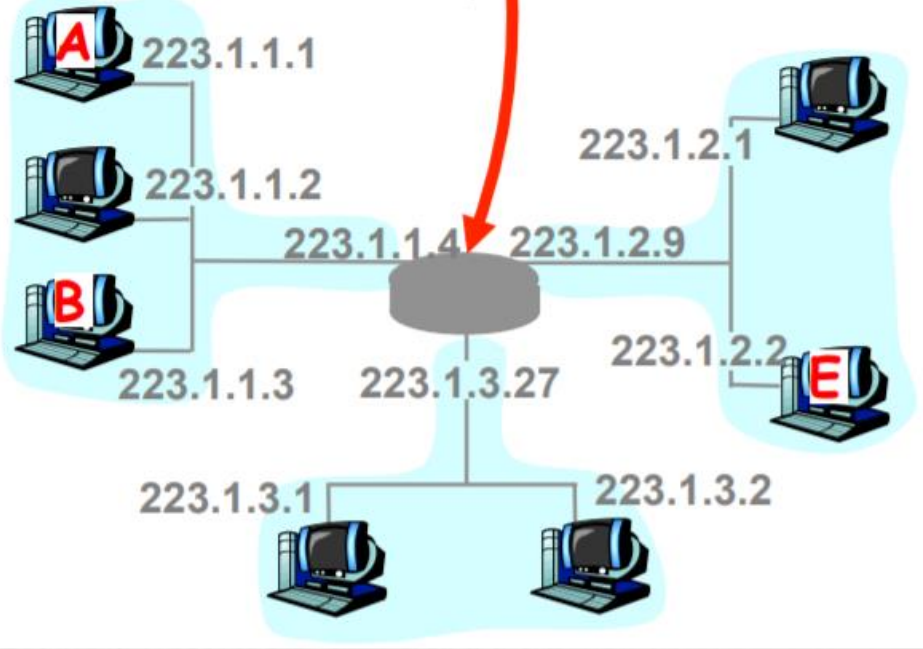
PERCURSO DE UM DATAGRAMA

misc fields	223.1.1.1	223.1.2.2	data
-------------	-----------	-----------	------

Chega ao nó 223.1.4, com destino 223.1.2.2

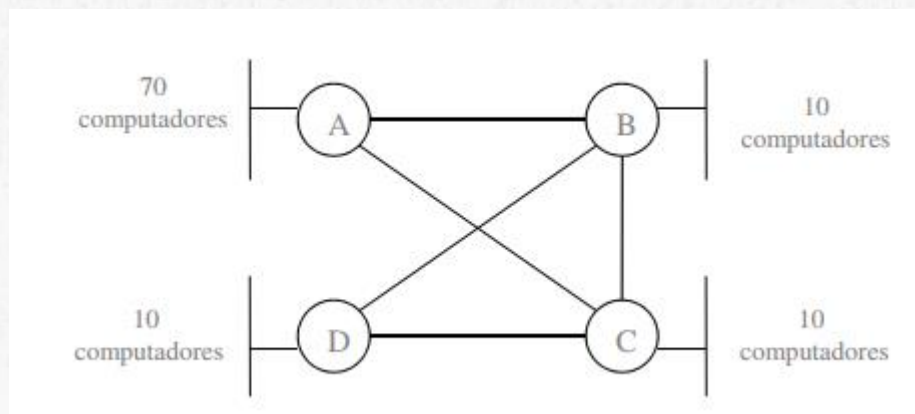
- **Busca endereço de rede de E**
- **E está na mesma rede da interface 223.1.2.9**
 - Encaminhador e nó E ligados directamente
- **envia datagrama para 223.1.2.2 (via interface 223.1.2.9)**

Dest. network	next router	#hops	interface
223.1.1	-	1	223.1.1.4
223.1.2	-	1	223.1.2.9
223.1.3	-	1	223.1.3.27



EXERCÍCIO 2

- Considere a topologia apresentada na figura seguinte:



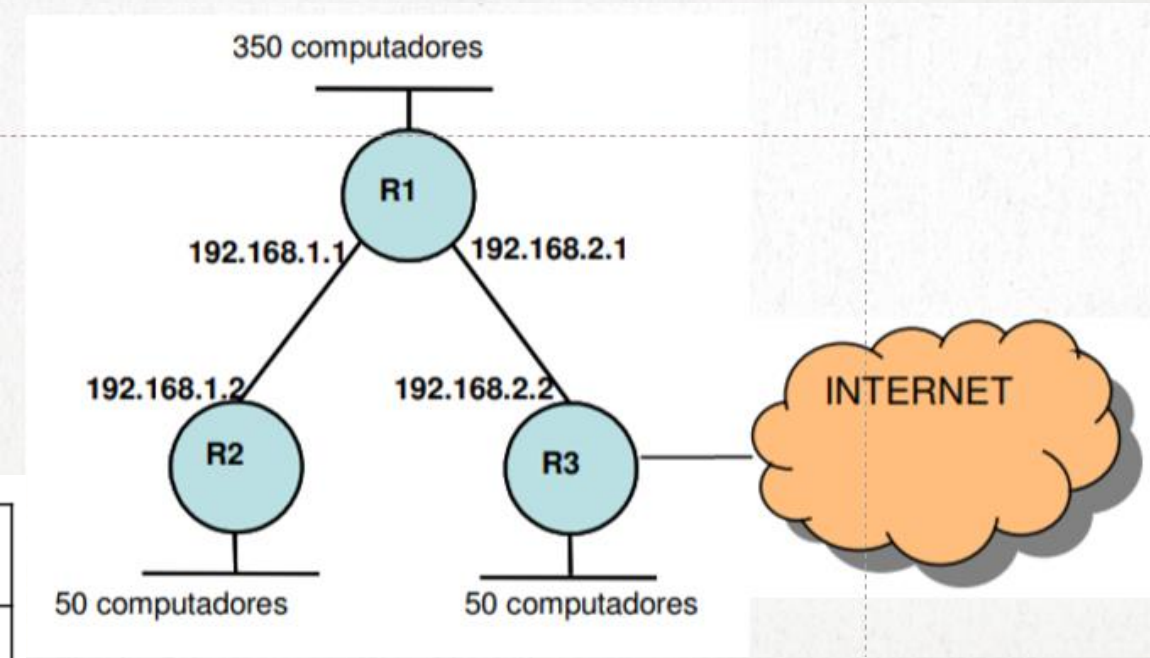
- Sem se preocupar com os endereços de interligação, proponha um esquema que lhe permita endereçar os computadores das redes locais associadas aos diferentes encaminhadores a partir da gama 193.145.21.0/25.
- Usando uma gama de endereços privados (por exemplo, a gama 192.168.0.0/16) proponha um esquema para os endereços de interligação.

EXERCÍCIO 3

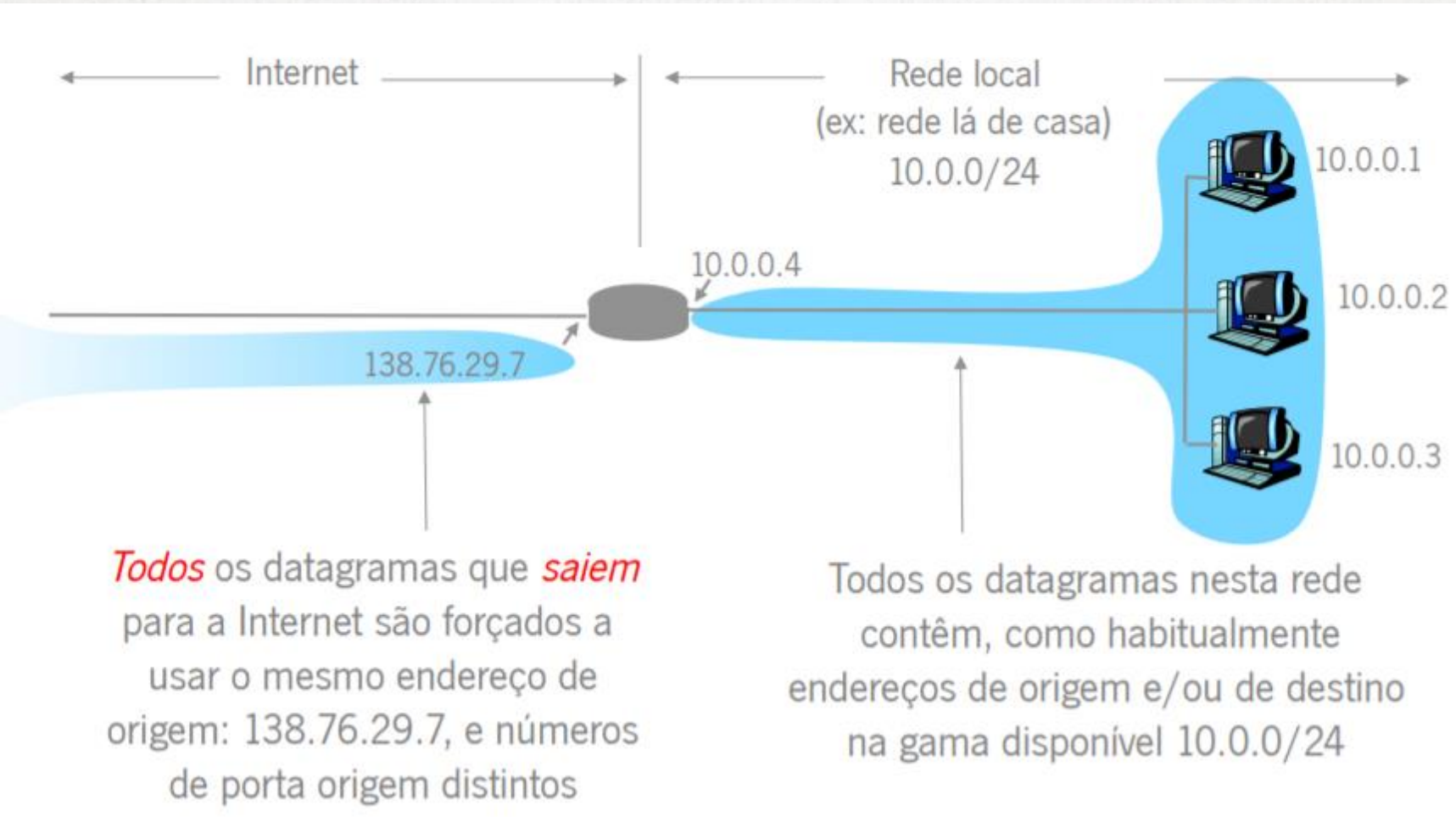
Considere a rede representada na figura:

- Atribua endereços aos computadores das três redes locais representadas (a partir de um prefixo à sua escolha), e às interfaces dos *routers* respectivos.
- Construa a tabela de encaminhamento dos routers.

Rede destino	Máscara de rede	Interface de saída	Próximo nó



NAT

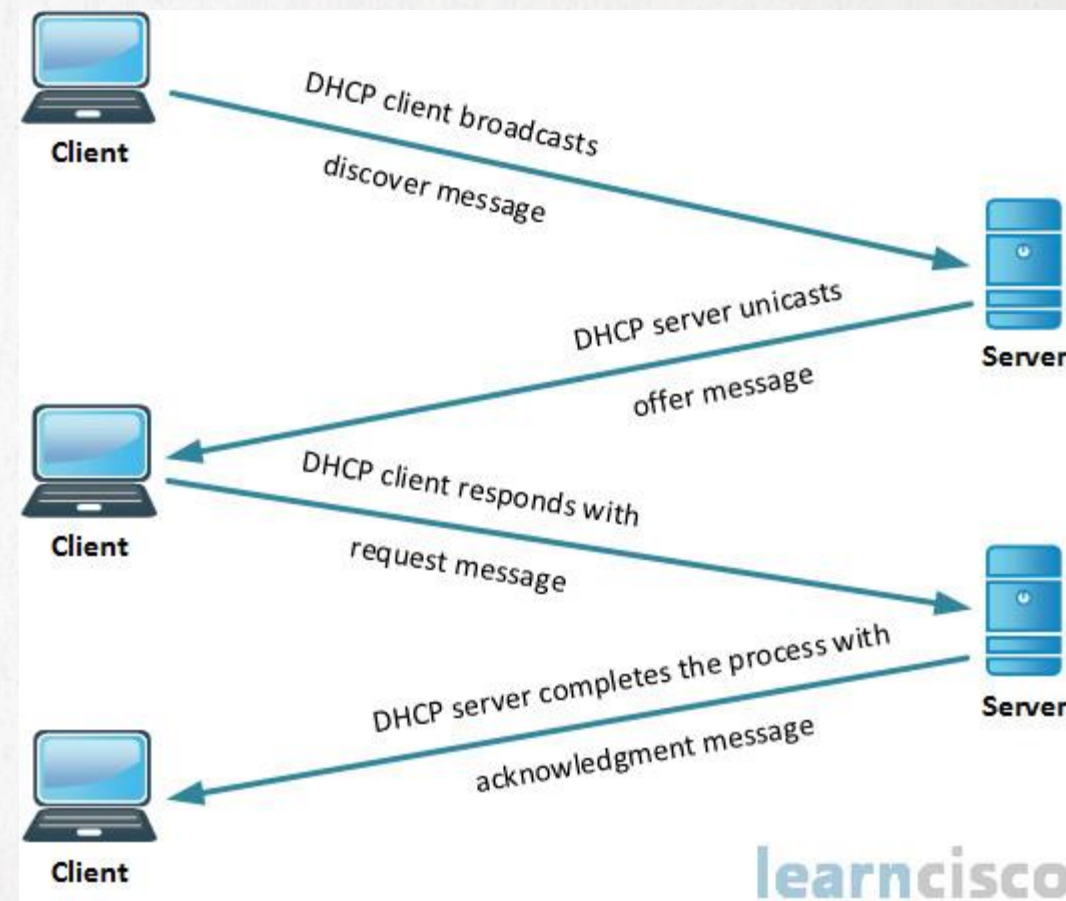


NAT

- **Motivação** para a rede local usar apenas um endereço Internet conhecido com acesso global:
 - Não é preciso gastar uma gama de endereços ao ISP: basta um!
 - Podem-se mudar os endereços da rede a qualquer momento sem ter de avisar o mundo inteiro desse facto
 - Pode-se mudar de ISP sem mudar de endereços na rede local
 - Os equipamentos da rede local não são directamente endereçáveis do exterior (protecção de segurança acrescida!)

DHCP

- O servidor DHCP deve estar na mesma rede que o cliente. Se não estiver, é necessário um agente DHCP-Relay (tipicamente um router) que sirva de intermediário...
- Um cliente pode receber ofertas de mais do que um servidor DHCP, mas só pode escolher uma delas; a mensagem DHCP Request, enviada de novo para o endereço de difusão, serve para todos saberem qual foi a oferta escolhida e anularem as reservas que fizeram



COMANDOS A SABER

- **ip route** <Endereço da rede> <Endereço da interface de saída>
- DHCP
 - **subnet** <Endereço da rede> netmask <mascara>
 - **pool**{
 - **range** <primeiro endereço da gama> <ultimo endereço da gama>
 - **option routers** <endereço do router>
 - }

EXERCÍCIO 4

- Neste exercício pretende-se emular no CORE a topologia usada no exercício 2. A interface CORE será usada para desenhar a topologia e configurar as ligações e os endereços.
- Construa a topologia referida.
- De acordo com o plano de endereçamento Ipv4 efectuado no exercício 2 atribua os endereços e configure todas as interfaces de rede presentes.



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

