

INTRODUÇÃO ÀS REDES DE COMPUTADORES

LEI – Introdução aos Sistemas Computacionais

Sumário

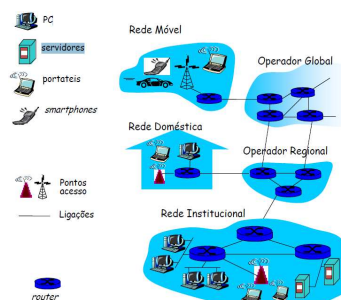
2

- O que é a Internet
- Equipamentos de rede
- Endereçamento
- Pacotes
- Protocolos

O que é a Internet?

3

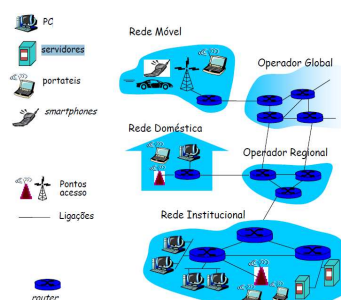
- A Internet é uma rede de redes
 - ▣ Interliga várias redes de menor dimensão
 - ▣ Tem milhares de equipamentos interligados:
 - PC's, Workstations, Servidores, ...
 - ▣ São usadas ligações com e sem fios
 - ▣ Presença de um equipamento de rede essencial denominado Router:
 - Função do Router é encaminhar os dados entre as redes
 - ▣ Tudo está ligado através de canais de comunicação
 - Baseados em fibra, cobre, radio, satélite



O que é a Internet?

4

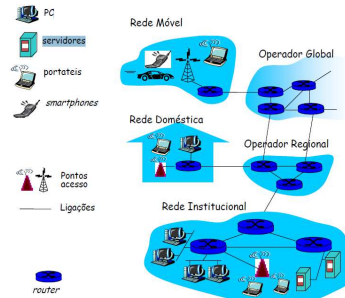
- Conjunto de sub-redes, de que fazem parte:
 - ▣ Operadores globais
 - Interligação entre países
 - ▣ Operadores regionais
 - Interligação de regiões dentro de países
 - ▣ Redes móveis
 - ▣ Redes institucionais
 - ▣ Redes domésticas



O que é a Internet?

5

- Periferia da rede
 - ▣ Computadores e aplicações
- Centro da rede (core)
 - ▣ Routers
 - ▣ Ligações entre routers



Equipamentos de interligação

6

- Equipamentos de interligação:
 - ▣ Repetidor
 - ▣ Hub
 - ▣ Bridge
 - ▣ Switch
 - ▣ Router
- Estes dispositivos são também designados por equipamentos activos

Equipamentos de interligação

7

- Repetidor
 - ▣ Regenera o sinal físico, proporcionando transmissões a maior distância
 - ▣ Desvantagens: transmite todos os sinais, não isolando ou filtrando tráfego
- Hub
 - ▣ São, na realidade, repetidores multi-porta
 - ▣ Amplifica e repete os sinais para as restantes portas
 - ▣ A interligação entre hubs é realizada recorrendo a cabos cruzados (ou portas uplink)
 - ▣ Desvantagens: transmite todos os sinais, não isolando ou filtrando tráfego
- Bridge
 - ▣ Recebem tramas, processam-nas e retransmitem-nas se necessário
 - ▣ Verificam e eliminam tramas com erros

Equipamentos de interligação

8

- Switch
 - ▣ Permite o isolamento de tráfego
 - ▣ Envia tramas apenas para a porta destino
 - ▣ Permite a criação de VLANs (redes locais virtuais)
- Router
 - ▣ Permite a interligação de redes de diferentes tecnologias e/ou âmbitos
 - Por exemplo: LAN ↔ MAN
 - ▣ Faz encaminhamento e comutação de pacotes entre sub-redes às quais estão ligados
 - ▣ É onde se faz a identificação das sub-redes na rede global

Endereçamento

9

- Internet é uma rede global, e uma vez que interliga vários equipamentos há a necessidade de os distinguir
 - ▣ Para isso usam-se endereços
- Um endereço permite identificar inequivocamente um equipamento numa rede
- Endereços para equipamentos ligados à Internet têm de ser únicos globalmente
 - ▣ Endereços Públicos
- Endereços numa rede local podem ser reutilizados noutras redes locais
 - ▣ Endereços Privados
 - ▣ Obriga à utilização de técnicas para mascarar endereços

Endereçamento

10

- Tecnologias de endereçamento:
 - ▣ IPv4
 - Internet Protocol versão 4
 - Formato: 32 bits – 4 bytes em notação decimal separados por pontos
 - Exemplo: 192.168.10.210
 - Endereços diferentes possíveis: 4.294.967.296
 - ▣ IPv6
 - Internet Protocol versão 6
 - O IPv6 surgiu da necessidade de endereçar mais máquinas que as possibilitadas pelo IPv4
 - Formato: 128 bits – 8 conjuntos de 16 bits em notação hexadecimal separados por dois pontos
 - Exemplo: FEDC:BA98:7564:3120:FA00:8AB1:56EE:00A0
 - Endereços diferentes possíveis: 3,40282366920938E+38

Pacotes

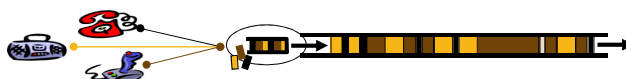
11

- Como é processada a transmissão de dados?
 - ▣ A informação a trocar é dividida em blocos (de bits), aos quais se adiciona informação de endereçamento (origem/destino) para construir um pacote
 - ▣ Pacotes atravessam a rede e são transmitidos de router em router
 - ▣ Cada router, com base no endereço de destino, escolhe para que router deve transmitir de seguida
 - ▣ Compete ao computador de destino, após receber todos os pacotes, construir a informação original

Filas de espera

12

- O router de core interliga várias redes de elevado débito e em simultâneo (i.e. tráfego elevado) e tem de dar atenção a todos dados que chegam
- Por forma a não perder informação, o router, utiliza tradicionalmente uma (ou mais) filas de espera por interface de rede para receber/enviar pacotes simultaneamente por todas as suas interfaces
- As filas de espera podem assumir vários comportamentos, como por exemplo, comportamento First-In-First-Out (FIFO)
 - ▣ Onde os pacotes servidos por ordem de chegada
 - Se o canal está ocupado?, então os pacotes são enviados para a fila de espera
 - Se a fila está cheia?, então os pacotes são eliminados (atenção: quando isto acontece há perda de pacotes)



Perda de pacotes

13

- Porque podem os pacotes perder-se?
 - ▣ Devido ao tráfego intenso que enche as filas de espera dos routers
 - Pacotes em excesso sejam eliminados
 - ▣ Ruído nos canais de comunicação
- A perda de pacotes implica que os mesmos tenham de ser retransmitidos
- A retransmissão de pacotes normalmente implica uma reordenação dos mesmos

Reordenação de pacotes

14

- A razão para uma reordenação de pacotes prende-se com o facto deste chegarem ao seu destino fora de ordem
- Porque é que os pacotes de rede podem chegar ao destino fora de ordem?
 - Pacotes perdidos são retransmitidos mais tarde
 - Pacotes podem ser transmitidos por rotas/caminhos diferentes
- Todos os pacotes antes de serem processados têm de ser ordenados
- A solução encontrada para a ordenação dos pacotes consiste em numerar os pacotes
 - ▣ Esta solução também permite identificar se houve perda de pacotes e quais os pacotes perdidos

Protocolo de comunicação

15

- Um protocolo de comunicação rege a interação entre duas entidades, definindo:
 - ▣ Quais são as mensagens trocadas
 - ▣ Qual a sequência lógica das mensagens
 - ▣ Qual o formato das mensagens
 - ▣ Qual o comportamento a adoptar pelas entidades envolvidas em situações de falha
- A normalização de protocolos de comunicação permite a cooperação entre entidades independentemente do fabricante

Normalização de protocolos

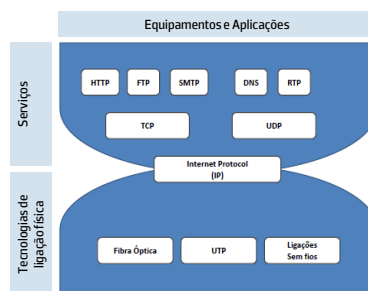
16

- Permite a independência do fabricante, do programador, do hardware, do sistema operativo, etc.
- A entidade responsável pela normalização dos protocolos é a IETF – Internet Engineering Task Force
 - ▣ Esta entidade cria e divulga RFC's – Request For Comments
 - ▣ Os RFC's são numerados e todos eles contêm informações sobre os diferentes protocolos existentes
 - Exemplo: RFC1945 – HyperText Transfer Protocol, Version 1.0 (HTTP/1.0)
 - ▣ Toda a informação sobre qualquer RFC está disponível em www.ietf.org

Protocolos

17

- A diversidade presente na Internet é suportada pela introdução de um protocolo comum, denominado IP – Internet Protocol
- Permite o uso de vários tipos de equipamentos
- Permite a utilização de vários tipos de aplicações para diferentes finalidades
- Permite o uso de diversas tecnologias de ligação física



Modelo Ampulheta

Protocolo IP

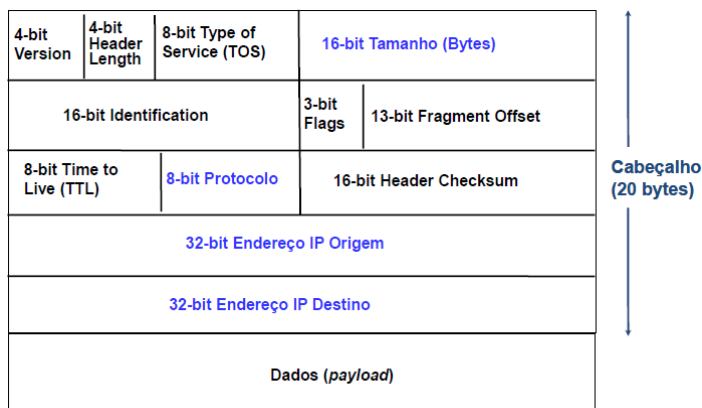
18

- O protocolo IP é um protocolo de comunicação extremo-a-extremo que funciona por comutação de pacotes
- Num protocolo IP:
 - ▣ As mensagens a trocar são divididas em pacotes
 - ▣ Os pacotes contêm endereço de origem e destino
 - ▣ É assumido que os pacotes podem perder-se ou corromper-se
 - ▣ É assumido que os pacotes podem chegar fora de ordem

Protocolo IP

19

Formato de um protocolo IP



Protocolo TCP

20

- TCP significa Transmission Control Protocol
- O protocolo TCP é um serviço de comunicação que:
 - Possibilita ligações bidirecionais
 - Retransmite pacotes perdidos
 - Permite a entrega ordenada de pacotes
 - Permite a supressão de pacotes duplicados
 - Permite o controlo de fluxo
- O protocolo TCP usa o protocolo IP como protocolo de transmissão de dados pela rede

Protocolo TCP

21

- O protocolo TCP permite o controlo de fluxo, isto é, permite o controlo de saturação da rede
- A saturação acontece se muitos utilizadores estão a usar a rede,
- A solução adotada pelo protocolo TCP consiste em solicitar aos emissores que diminuam o ritmo de emissão de pacotes
- Esta é a essência do controlo de saturação do protocolo TCP, a qual é fundamental para evitar o colapso da Internet

Pilha protocolar TCP/IP

22

- A pilha protocolar TCP/IP é constituída por 4 camadas:

Pilha protocolar TCP/IP

- Camada de Aplicação
 - Responsável pela comunicação entre aplicações de rede
 - HTTP, SMTP, POP3, FTP, etc.
- Camada de Transporte
 - Responsável pela transferência de dados extremo-a-extremo
 - TCP, UDP
- Camada de Rede
 - Responsável pelo encaminhamento de pacotes da origem até ao destino
 - IP, Protocolos de encaminhamento
- Controlo da ligação + Meio físico
 - Responsável pela transferência de dados entre elementos de rede contíguos sobre o meio físico de suporte da ligação
 - Ethernet, ADSL, ATM, etc.

Aplicação
Transporte
Rede
Controlo Ligação + Meio Físico

Pilha protocolar TCP/IP

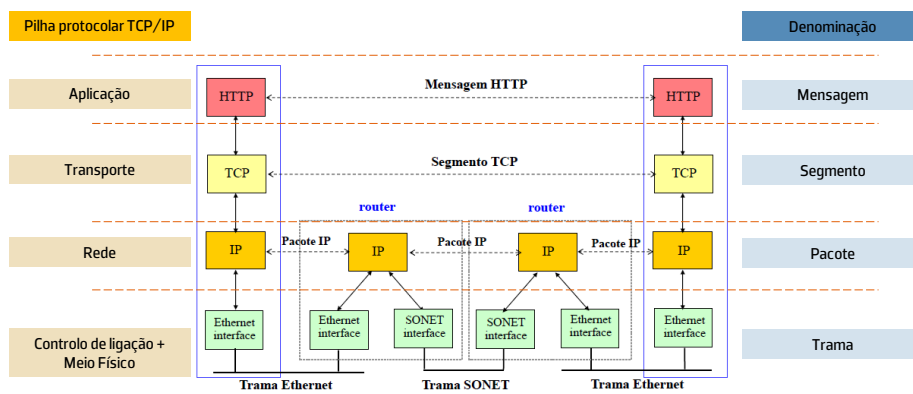
23

- Características da estrutura em camadas:
 - Facilita a operação, manutenção e evolução das redes de comunicação
 - Permite que os vários componentes sejam desenvolvidos por entidades diferentes
 - Cada camada representa um conjunto de funcionalidades com alguma afinidade que são disponibilizadas a camadas superiores sob a forma de serviços e por intermédio de uma interface bem definida
 - Para funcionar, cada camada utiliza serviços das camadas inferiores

Pilha protocolar TCP/IP

24

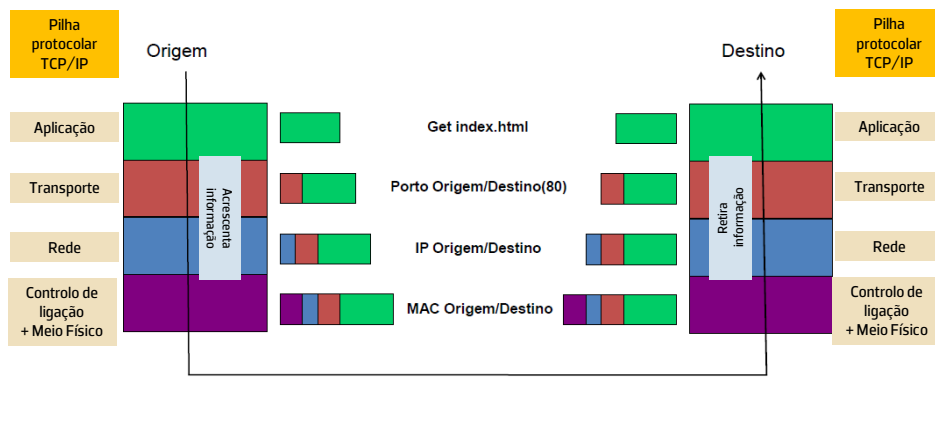
- Na pilha protocolar TCP/IP, de acordo com a camada onde nos encontramos a informação toma designações diferentes, tais como, mensagem, segmento, pacote e trama



Pilha protocolar TCP/IP

25

- De cada vez que a informação sobe ou desce na pilha protocolar TCP/IP é acrescentada ou retirada informação



Pilha protocolar TCP/IP

26

- Cada camada decide com base na informação contida nos vários cabeçalhos
- O processamento é realizado camada a camada, tratando um cabeçalho de cada vez
- Desta forma encaminha-se a informação desde a sua origem até ao seu destino

Modelo OSI

27

- Existe ainda outro modelo de camadas, designado por modelo OSI
- Este modelo é composto por 7 camadas



Protocolos de rede

28

- Para além do TCP e do IP existem mais protocolos de redes, como por exemplo:
 - ARP - Address Resolution Protocol
 - ICMP - Internet Control Message Protocol
 - DHCP - Dynamic Host Configuration Protocol
 - DNS - Domain Name Service

ARP – Address Resolution Protocol

29

- O protocolo ARP está normalizado pelo RFC 826
- Permite o mapeamento entre endereços lógicos (IP) e endereços físicos (MAC) dos vários dispositivos de rede existentes
- Opera ao nível da camada de Controlo de Ligação + Meio Físico
- Define dois tipos de mensagens
 - ▣ ARP Request
 - ▣ ARP Reply

ARP – Address Resolution Protocol

30

- ARP Request
 - ▣ Enviado em modo broadcast para a rede
 - ▣ Contém o endereço IP tanto do emissor como do destinatário
 - ▣ Apenas o destinatário deve responder
- ARP Reply
 - ▣ Enviado diretamente para o dispositivo que solicitou o pedido
 - ▣ O endereço físico do emissor está no próprio pedido
 - ▣ Não é necessária mais nenhuma resolução para que o recetor possa responder

ARP – Address Resolution Protocol

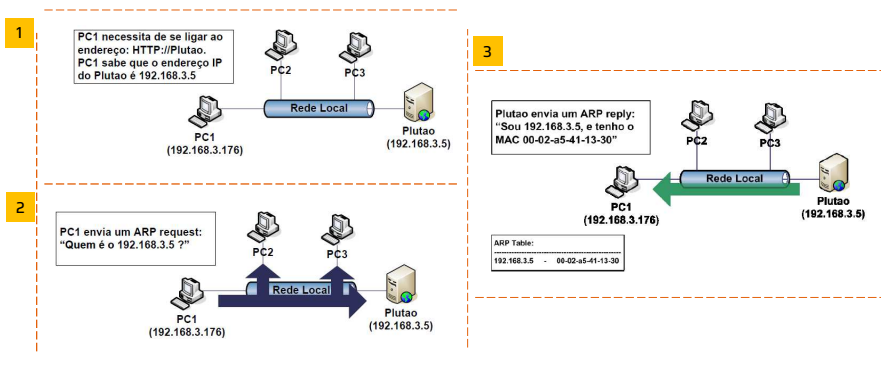
31

- É um protocolo baseado na confiança
- Não implementa nenhum tipo de autenticação
- Muito inseguro na sua utilização
- Facilmente se consegue ludibriar um PC, recorrendo a falsos ARP replies
- Assume que todos os equipamentos sabem o seu endereço físico e o seu endereço IP
- Permite que a informação adquirida sobre outras máquinas seja armazenada em cache, numa tabela designada por ARP Table

ARP – Address Resolution Protocol

32

- Exemplo de funcionamento do protocolo ARP



Exercício 1

33

- Usando o comando `ipconfig`, analise os parâmetros de configuração de rede do computador onde se encontra:

- Na linha de comandos do Windows escreva **ipconfig**

```
C:\Documents and Settings\altino>ipconfig

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix  . : 
    IP Address. . . . . : 10.0.2.15
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 10.0.2.2

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

Exercício 1

34

```
C:\Documents and Settings\altino>ipconfig

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix  . : 
    IP Address. . . . . : 10.0.2.15
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 10.0.2.2

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

- Qual é o endereço IP?
 - 10.0.2.15
- Qual a máscara de rede?
 - 255.255.255.0
- Qual o endereço IP da Gateway?
 - 10.0.2.2

Exercício 2

35

- Utilizando o comando `arp`, verifique a tabela de ARP no seu computador

- Na linha de comandos do UBUNTO escreva **arp -a**

```
altino@maserati:~$ arp -a
? (192.168.70.2) em 00:24:17:cf:4d:6d [ether] em wlan4
subaru.local (192.168.70.1) em 00:1e:33:b8:cb:20 [ether] em wlan4
altino@maserati:~$
```

- A informação obtida reporta a relação entre endereços IP e endereços físicos. Assim sendo, ao endereço IP 192.168.70.2 corresponde o endereço físico 00:24:17:cf:4d:6f

ICMP – Internet Control Message Protocol

36

- O protocolo ICMP está normalizado pelo RFC 792
- Tem a função de reportar falhas na transmissão de pacotes
- Permite testar:
 - A conectividade de rede com outro equipamento (utilizando o comando *ping*)
 - A conectividade com outra rede
 - A sobrecarga de um determinado ponto de rede
 - A existência de erros de transmissão numa ligação
- A transmissão de mensagens ICMP é da responsabilidade da camada de rede
- Define dois tipos de mensagens
 - Echo Request
 - Echo Reply

ICMP – Internet Control Message Protocol

37

- Exemplo de um teste de conectividade a outro equipamento (www.google.com) utilizando o comando *ping*
- Em cada linha é feito um Echo Request e devolvido um Echo Reply

```
Ficheiro Editar Ver Consola Ajuda
altino@maserati:~$ ping www.google.pt
PING www.l.google.com (173.194.36.104) 56(84) bytes of data:
64 bytes from lhr14s01-in-f104.1e100.net (173.194.36.104): icmp_seq=1 ttl=51 time=69.0 ms
64 bytes from lhr14s01-in-f104.1e100.net (173.194.36.104): icmp_seq=2 ttl=51 time=125 ms
64 bytes from lhr14s01-in-f104.1e100.net (173.194.36.104): icmp_seq=3 ttl=51 time=165 ms
64 bytes from lhr14s01-in-f104.1e100.net (173.194.36.104): icmp_seq=4 ttl=51 time=64.4 ms
64 bytes from lhr14s01-in-f104.1e100.net (173.194.36.104): icmp_seq=5 ttl=51 time=65.4 ms
64 bytes from lhr14s01-in-f104.1e100.net (173.194.36.104): icmp_seq=6 ttl=51 time=58.8 ms
64 bytes from lhr14s01-in-f104.1e100.net (173.194.36.104): icmp_seq=7 ttl=51 time=79.9 ms
64 bytes from lhr14s01-in-f104.1e100.net (173.194.36.104): icmp_seq=8 ttl=51 time=57.5 ms
64 bytes from lhr14s01-in-f104.1e100.net (173.194.36.104): icmp_seq=9 ttl=51 time=55.7 ms
64 bytes from lhr14s01-in-f104.1e100.net (173.194.36.104): icmp_seq=10 ttl=51 time=84.1 ms
^C
--- www.l.google.com ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9013ms
rtt min/avg/max/mdev = 55.727/82.622/165.187/33.796 ms
altino@maserati:~$
```

ICMP – Internet Control Message Protocol

38

```
Ficheiro Editar Ver Consola Ajuda
altino@maserati:~$ ping www.google.pt
PING www.l.google.com (173.194.36.104) 56(84) bytes of data:
64 bytes from lhr14s01-in-f104.1e100.net (173.194.36.104): icmp_seq=1 ttl=51 time=69.0 ms
64 bytes from lhr14s01-in-f104.1e100.net (173.194.36.104): icmp_seq=2 ttl=51 time=125 ms
64 bytes from lhr14s01-in-f104.1e100.net (173.194.36.104): icmp_seq=3 ttl=51 time=165 ms
64 bytes from lhr14s01-in-f104.1e100.net (173.194.36.104): icmp_seq=4 ttl=51 time=64.4 ms
64 bytes from lhr14s01-in-f104.1e100.net (173.194.36.104): icmp_seq=5 ttl=51 time=65.4 ms
64 bytes from lhr14s01-in-f104.1e100.net (173.194.36.104): icmp_seq=6 ttl=51 time=58.8 ms
64 bytes from lhr14s01-in-f104.1e100.net (173.194.36.104): icmp_seq=7 ttl=51 time=79.9 ms
64 bytes from lhr14s01-in-f104.1e100.net (173.194.36.104): icmp_seq=8 ttl=51 time=57.5 ms
64 bytes from lhr14s01-in-f104.1e100.net (173.194.36.104): icmp_seq=9 ttl=51 time=55.7 ms
64 bytes from lhr14s01-in-f104.1e100.net (173.194.36.104): icmp_seq=10 ttl=51 time=84.1 ms
^C
--- www.l.google.com ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9013ms
rtt min/avg/max/mdev = 55.727/82.622/165.187/33.796 ms
altino@maserati:~$
```

- No fim da execução do comando (normalmente são transmitidos 10 pacotes) é possível ver:
 - ▣ O número de pacotes transmitidos
 - ▣ O número de pacotes recebidos
 - ▣ A percentagem de pacotes perdidos
 - ▣ Vários tempos relacionados com a transmissão

Exercício 3

39

- Utilizando o comando ping:
 - ▣ Verifique se existe conectividade entre a sua máquina e o endereço www.google.pt.
 - ▣ No caso de existir conectividade identifique o endereço IP associado ao nome www.google.pt.
 - ▣ Interprete o resultado estatístico devolvido pelo comando
 - Na linha de comandos do UBUNTO escreva: **ping google.pt**

Exercício 3

40

□ Exemplo e conectividade

```
altino@maserati:~$ ping google.pt -c 4
PING google.pt (173.194.41.151) 56(84) bytes of data:
64 bytes from lhr08s03-in-f23.1e100.net (173.194.41.151): icmp_req=1 ttl=55 time=57.6 ms
64 bytes from lhr08s03-in-f23.1e100.net (173.194.41.151): icmp_req=2 ttl=55 time=61.0 ms
64 bytes from lhr08s03-in-f23.1e100.net (173.194.41.151): icmp_req=3 ttl=55 time=59.4 ms
64 bytes from lhr08s03-in-f23.1e100.net (173.194.41.151): icmp_req=4 ttl=55 time=63.6 ms

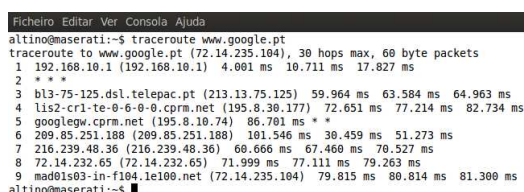
--- google.pt ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3004ms
rtt min/avg/max/mdev = 57.679/60.452/63.622/2.199 ms
altino@maserati:~$
```

- ▣ Endereço IP associado ao nome www.google.pt: 173.194.41.151
- ▣ RTT é o tempo total que um pacote demora a chegar ao destino mais o tempo que o pacote de resposta demora a chegar ao nosso computador, ou seja, é o tempo de ida e volta de um pacote
 - rtt min/avg/max/mdev = 57.679 / 60.452 / 63.622 / 2.199 ms

ICMP – Internet Control Message Protocol

41

- Exemplo de um teste que permite saber qual o caminho percorrido por um pacote desde a origem até ao destino (www.google.pt) utilizando o comando *tracert*
- Este comando é útil para encontrar computadores defeituosos na rede caso o pacote não esteja a chegar ao seu destino.



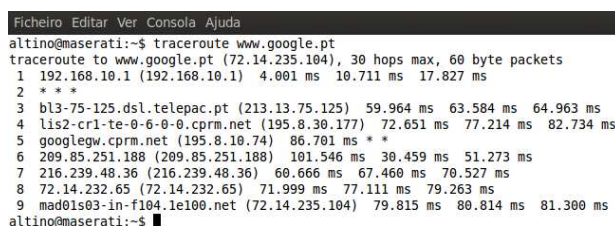
```

altino@maserati:~$ tracert www.google.pt
tracert to www.google.pt (72.14.235.104), 30 hops max, 60 byte packets
 1  192.168.10.1 (192.168.10.1)  4.001 ms  10.711 ms  17.827 ms
 2  * * *
 3  bl3-75-125.dsl.telepac.pt (213.13.75.125)  59.964 ms  63.584 ms  64.963 ms
 4  lis2-cr1-te-0-6-0-0.cprm.net (195.8.30.177)  72.651 ms  77.214 ms  82.734 ms
 5  googlegw.cprm.net (195.8.10.74)  86.701 ms * *
 6  209.85.251.188 (209.85.251.188)  101.546 ms  30.459 ms  51.273 ms
 7  216.239.48.36 (216.239.48.36)  60.666 ms  67.460 ms  70.527 ms
 8  72.14.232.65 (72.14.232.65)  71.999 ms  77.111 ms  79.263 ms
 9  mad01s03-in-f104.1e100.net (72.14.235.104)  79.815 ms  80.814 ms  81.300 ms
altino@maserati:~$

```

ICMP – Internet Control Message Protocol

42



```

altino@maserati:~$ tracert www.google.pt
tracert to www.google.pt (72.14.235.104), 30 hops max, 60 byte packets
 1  192.168.10.1 (192.168.10.1)  4.001 ms  10.711 ms  17.827 ms
 2  * * *
 3  bl3-75-125.dsl.telepac.pt (213.13.75.125)  59.964 ms  63.584 ms  64.963 ms
 4  lis2-cr1-te-0-6-0-0.cprm.net (195.8.30.177)  72.651 ms  77.214 ms  82.734 ms
 5  googlegw.cprm.net (195.8.10.74)  86.701 ms * *
 6  209.85.251.188 (209.85.251.188)  101.546 ms  30.459 ms  51.273 ms
 7  216.239.48.36 (216.239.48.36)  60.666 ms  67.460 ms  70.527 ms
 8  72.14.232.65 (72.14.232.65)  71.999 ms  77.111 ms  79.263 ms
 9  mad01s03-in-f104.1e100.net (72.14.235.104)  79.815 ms  80.814 ms  81.300 ms
altino@maserati:~$

```

- No fim da execução do comando é possível ver:
 - ▢ Qual o caminho percorrido
 - ▢ Os endereços IP's das máquinas por onde o pacote passou
 - ▢ O tempo gasto na transmissão

DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol

43

- O protocolo DHCP está normalizado pelo RFC 2131
- Permite a configuração automática de definições de rede de computadores numa LAN (Local Area Network), isto é, os computadores ligados à rede pedem a sua configuração de rede de forma automática
- Introduce o conceito de *lease*, que se caracteriza por dar uma validade temporal às configurações de rede atribuídas
- Quando o computador configurado por DHCP, deteta o fim da validade da configuração, solicita uma nova configuração

DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol

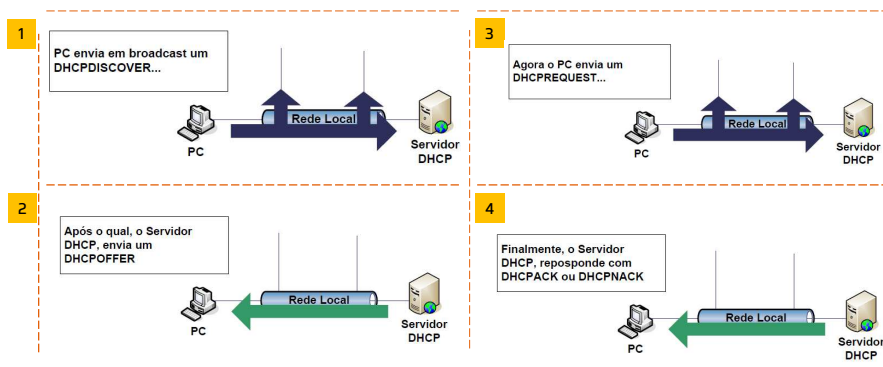
44

- O protocolo DHCP define quatro tipos de mensagens:
 - DHCPDISCOVER – o cliente inicia o processo, solicitando uma configuração em *broadcast*
 - DHCPOFFER – todos os servidores de DHCP enviam possibilidades de configuração de rede
 - DHCPREQUEST – o cliente identifica a configuração escolhida
 - DHCPACK: o servidor de DHCP que enviou a configuração escolhida, confirma que a mesma ainda é válida

DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol

45

Exemplo de funcionamento do protocolo ARP



DNS – Domain Name Service

46

- O protocolo DNS está normalizado pelo RFC 881
- Possibilita a atribuição de nomes a máquinas para facilitar a memorização em vez da memorização do seu endereço IP
- Faz a correspondência entre nomes e endereços IP's
- Permite uma organização hierarquizada dos domínios:
 - ▣ Domínios de topo (ex.: com, edu, pt, uk)
 - ▣ Domínios (ex.: ipp, microsoft)
 - ▣ Sub-domínios (ex.: estg, isep, iscap)

DNS – Domain Name Service

47

- Cada domínio necessita de armazenar a informação relativa aos seus sub-domínios
- O nome de um equipamento é conseguido por concatenação do seu nome com o sub-domínio, domínio e domínio de topo
- O sub-domínio, domínio e domínio de topo são separados por pontos (.)
- Exemplo de um FQDN (Fully Qualified Domain Name)
 - ▣ `www.estg.ipp.pt`
 - Representa a máquina "www" do sub-domínio "estg", do domínio "ipp", do domínio de topo "pt"

Bibliografia Recomendada

48

- James F. Kurose e Keith W. Ross. "Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet". Addison Wesley Longman, Inc, 4th Edition, 2007
- Fernando Boavida, Edmundo Monteiro . "Engenharia de Redes Informáticas", Editora: FCA – Editora Informática
- Douglas E. Comer. "Internetworking with TCP/IP: Principles, Protocols, and Architectures". Prentice Hall, 2006 – ISBN: 978-0132392273