

# Protocolos em Redes de Dados

## Aula 01

### A arquitectura da Internet

Luís Rodrigues

FCUL

2004-2005

# Comutação de circuitos

## Enquadramento

Evolução histórica

Focus sobre Jon  
Postel

Evolução histórica  
(parte 2)

Recordando Jon  
Postel

Sumário

- ▶ O sistema telefónico original.

# Comutação de circuitos

## Enquadramento

Evolução histórica

Focus sobre Jon  
Postel

Evolução histórica  
(parte 2)

Recordando Jon  
Postel

Sumário

- ▶ O sistema telefónico original.
- ▶ Estabelecimento de uma ligação física entre os dois interlocutores.

- ▶ O sistema telefónico original.
- ▶ Estabelecimento de uma ligação física entre os dois interlocutores.
- ▶ O/a operador(a) estabeleciam a ligação num quadro de comutação.

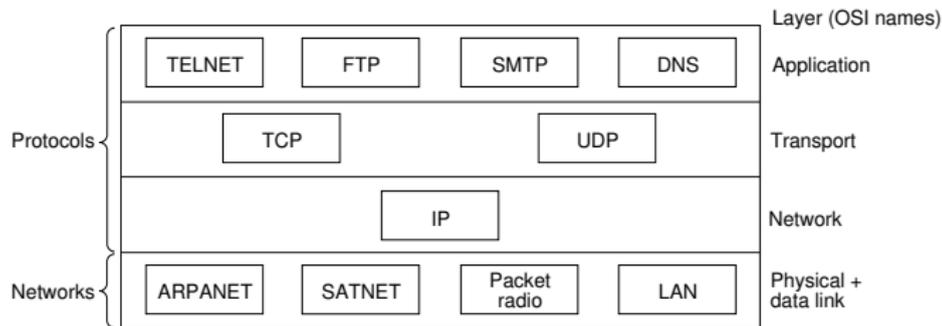


# Comutação de pacotes

- ▶ Não existe uma linha reservada entre o emissor e o receptor.
- ▶ A informação circula dividida em pequenos pacotes.
- ▶ Cada pacote é encaminhado sempre que passa por um nó intermédio.
- ▶ O mesmo canal é usado por diversos pacotes com destinos diferentes.

- ▶ "Rede" de nós com a capacidade de encaminhar pacotes.
- ▶ O formato destes pacotes é definido pelo "Internet Protocol" (IP).
- ▶ Cada pacote IP transporta dados e informação de controlo como a origem e o destino.

# Protocolos e redes TCP/IP



- ▶ Protocolos que permitem aos nós intermédios saber qual o melhor caminho para cada destino.
- ▶ Por exemplo, esta informação pode ser trocada por nós adjacentes (ou vizinhos).
- ▶ Necessário definir métricas que permitam classificar os caminhos.

# Quem criou os protocolos?

- ▶ Esforço colaborativo de centenas de pessoas.
- ▶ Possível graças à dedicação de um grupo de pioneiros que tinham um ideal de serviço à comunidade.

- ▶ Joseph Licklider publica em 1960 o artigo "Simbiose Homem-Computador".
- ▶ Leonard Kleinrock propôs a ideia de usar uma rede de comutação de pacotes em 1961.
- ▶ Lawrence Roberts, responsável pela investigação em computadores da DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), pai da Internet.

- ▶ Projecto para conceber e criar essa rede.
- ▶ Diversas instituições, incluindo a equipa de Kleinrock na UCLA.
- ▶ A equipa da UCLA incluía alunos de doutoramento que vieram a ter um papel preponderante no desenvolvimento da Internet.

- ▶ A documentação oficial da "Internet".
- ▶ "Request for Comments"
- ▶ Tudo começou com a necessidade de criar um meio para suportar e promover a troca de ideias.
- ▶ Documentos públicos a que todos podem aceder.

# A origem dos RFCs

- ▶ "Lembro-me do receio que tínhamos de ofender os responsáveis oficiais pela concepção dos protocolos, fossem eles quem fossem, e passámos noites acordados à procura de palavras humildes para as nossas notas. A regra de ouro era que todos podiam expressar as suas ideias e nada era oficial. Para enfatizar este ponto, chamámos às notas "Pedido de Comentários".  
– J. Reynolds (RFC 1000)

- ▶ Voluntário para editar e fazer a gestão dos RFCs.
- ▶ Contribuiu para a especificação de muitos dos protocolos fundamentais da Internet.
- ▶ Teve um papel fundamental na gestão da infra-estrutura.
  - ▶ Internet Assigned Numbers Authority

# Jon Postel, ele mesmo

Protocolos em  
Redes de Dados

Luís Rodrigues

Enquadramento

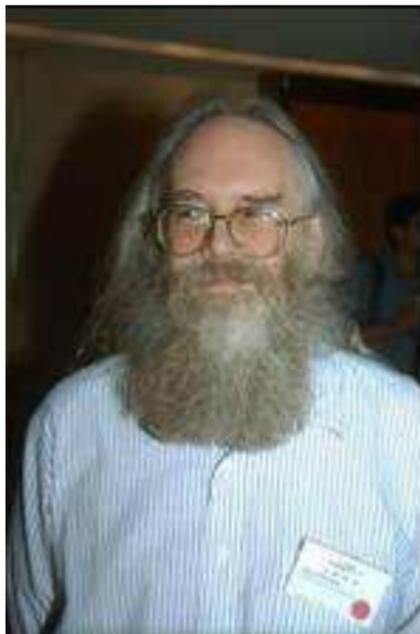
Evolução histórica

**Focus sobre Jon  
Postel**

Evolução histórica  
(parte 2)

Recordando Jon  
Postel

Sumário



# Alguns dos RFCs de Postel

- ▶ Standard Host Names.
- ▶ Ad Hoc Telnet protocol.
- ▶ On the Junk mail problem (Nov. 75)
- ▶ Assigned Network Numbers
- ▶ User Datagram Protocol (UDP)
- ▶ Internet Control Message Protocol (ICMP)
- ▶ Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)



# Carregámos no botãozinho vermelho

Protocolos em  
Redes de Dados

Luís Rodrigues

Enquadramento

Evolução histórica

Focus sobre Jon  
Postel

Evolução histórica  
(parte 2)

Recordando Jon  
Postel

Sumário

16 Jan	11:50	We turned Main Power on			
		and pushed 1:14 Red Button			
		and IRIP powered on	Jon & Dave K.		

# Try harder

Enquadramento

Evolução histórica

Focus sobre Jon  
Postel

Evolução histórica  
(parte 2)

Recordando Jon  
Postel

Sumário

10/13	9:55p	Test ok, but please don't touch.	JNT
10/14	4:46	Test in progress - will be checked tomorrow.	"
10/14	6:50 pm	The above is unreadable and not signed. Please try harder.	Jon



# Evolução após 1969

- ▶ Apanet
  - ▶ Ligações a 56 Kbps
  - ▶ MILNET nos USA e MINET na Europa
- ▶ 1985
  - ▶ Arpanet está congestionada
- ▶ 1986
  - ▶ É criada a NSFNET (possui um backbone que liga várias redes regionais).

# Evolução (cont.)

- ▶ 1988
  - ▶ Links T1 (1.5 Mbps)
- ▶ 1990
  - ▶ Merit, IBM, MCI formam a Advanced Network and Services
- ▶ 1991
  - ▶ Links T3 (45 Mbps)
  - ▶ NSFNET para investigação apenas

# Evolução (cont.)

- ▶ 1991
  - ▶ FIX: Federal Internet eXchange points
  - ▶ Sprint escolhida para ser a "International Connection Manager"
- ▶ 1995
  - ▶ NSFNET descontinuada

- ▶ Conjunto de fornecedores de serviço que possuem "Points of Presence" (POP).
- ▶ Clientes ligam-se aos fornecedores através dos POPs.
- ▶ Fornecedores ligam-se uns aos outros através de "Network Access Points" (NAPs).

# Solicitações da NSFNET

- ▶ Criação de NAPs
- ▶ Concretização de um árbitro de rotas
- ▶ Encontrar um fornecedor de alta-velocidade
- ▶ Assegurar a ligação dos fornecedores locais aos fornecedores globais.

- ▶ Suportar ligação de elevada velocidade entre fornecedores (an altura 100 Mbps).
  - ▶ Comutadores FDDI.
  - ▶ Comutador ATM.
- ▶ NAPs atribuídos
  - ▶ Sprint NAP (NJ), PacBell NAP (San Francisco), ADS NAP (Chicago), MFS-Datanet (Washington, DC)
- ▶ CIX
  - ▶ Commercial Internet Exchange

# Obrigações dos gestores de NAP

- ▶ Manter o NAP operacional
- ▶ Estabelecer políticas de custo.
- ▶ Estabelecer procedimentos para ligações com outros NAPs.
- ▶ Desenvolver normas de segurança e fiabilidade.
- ▶ Estabelecer procedimentos de acesso ao NAP.

- ▶ Nos NAPS os fornecedores não necessitam de estabelecer ligações com todos os outros fornecedores.
- ▶ Todos se ligam a um servidor de encaminhamento.
- ▶ Mantém bases de dados com topologia e políticas.

- ▶ Atribuição de números de rede.
- ▶ Atribuição de números de sistemas autónomos.
- ▶ Serviço do registo de nomes.
- ▶ Registo de servidores de nomes.
- ▶ InterNIC (America), RIPE (Europa), APNIC (Asia).

- ▶ No início responsabilidade da DARPA.
- ▶ Nos anos 80, Internet Activities Board (IAB).
  - ▶ Servida por voluntários
  - ▶ Sobrecarga de normas produzidas pelos grupos de trabalho.
  - ▶ Responsabilidade legal.
- ▶ Em 1992 foi fundada a Internet Society.
  - ▶ Organização não lucrativa dedicada ao desenvolvimento da Internet.

- ▶ Internet Engineering Task Force
  - ▶ Comunidade internacional de investigadores, técnicos, operadores e fabricantes encarregue de definir quais os protocolos aceites como "norma" na Internet.

- ▶ End-to-end argument
  - ▶ A rede deve ser o mais simples possível.
  - ▶ O controlo deve estar nos pontos terminais.
- ▶ Rede sem estado
  - ▶ Usar de preferência protocolos que não obriguem os elementos intermédios a manter estado.

# Características chave

- ▶ IP sobre todas as redes
- ▶ Endereços únicos.
- ▶ Família de diferentes protocolos sobre o IP.

# Rough consensus and running code

- ▶ Tenta-se encontrar soluções consensuais.
- ▶ Valoriza-se a existência de protótipos e de dados experimentais.
- ▶ Quando não há consenso, permite-se o desenvolvimento de protocolos concorrentes e deixa-se o mercado escolher.

# Em memória de Jon Postel

- ▶ Jon Postel faleceu em 1998 na sequência de uma operação ao coração.
- ▶ Existe uma página na Internet que regista mensagens de condolências.
- ▶ Vale a pena ler algumas destas mensagens.

- ▶ Há muito tempo, numa rede, muito distante, uma grande aventura teve lugar...
- ▶ Do caos novas ideias para comunicação, as experiências, os esboços, o teste exigente, uma cornucópia de redes emergiu. Começou com a ARPANET e um fluxo sem fim de redes evoluiu, ligando-se para se tornar na Internet.

- ▶ Alguém tinha de gerir toda a informação expelida com força vulcânica da intensidade dos debates, das discussões e da invenção sem fim, durante estes 30 anos. Essa pessoa foi Jonathan Postel, o nosso IANA, amigo, engenheiro, confidente, líder, ícone, e agora o primeiro gigante a desaparecer do nosso círculo.  
– Vicent van Cerf

# Open a página

- ▶ "is with much sadness that I finish to receive this news personally I admire this great man for whom it made in favor of the Internet. Its fisico disappearance constitutes lost inreparavel. Forever you live in our memorias always that to open a pagina in the Net this gift. "
  - Eng. Silvio Almada DIRECTOR
  - DIRECÇÃO DE TECNOLOGIA INTERNET

# Zen contemporâneo

- ▶ "A minha citação preferida de Postel encontra-se no RFC 791: "Um nome indica o que procuramos. Um endereço indica onde está. Uma rota indica como lá chegar." Isto é o Zen moderno."  
– Jamie Dyer

- ▶ "agora que prestou com sucesso esse enorme serviço a Deus ... pode ser que seja uma criatura de outro planeta, viajando de planeta em planeta pelo universo, ajudando estes planetas a ficarem ligados.... reconhecemos-te como servo de uma inteligência superior, oferecemos-te o nosso respeito e esperamos que nos aceites como teus humildes servos."  
– Sascha Ignjatovic, Internet Society Vienna

# Sumário

- ▶ A arquitectura Internet
- ▶ A evolução da Internet

Enquadramento

Evolução histórica

Focus sobre Jon  
Postel

Evolução histórica  
(parte 2)

Recordando Jon  
Postel

**Sumário**