



INTERNET INTRODUCTION AND SATELLITE COMMUNICATIONS

Comunicações e Redes, 27 de outubro de 2020

Beatriz Cepa 83813

Beatriz Soares 85815

4º ano Engenharia Biomédica, Informática Médica

Parte I – Internet, IETF and RFCs (Request For Comments)

1) A *Internet Engineering Task Force* (IETF) é uma comunidade internacional de designers de redes, operadores, vendedores e investigadores que se preocupam com a evolução da arquitetura da Internet, nomeadamente no que toca à sua padronização, de forma a assegurar o seu bom e fluído funcionamento [1], [2]. Trata-se de uma comunidade aberta, uma vez que qualquer pessoa interessada pode participar no trabalho, saber o que está a ser decidido e fazer com que a sua voz seja ouvida no processo. Os padrões da IETF são construídos mediante a opinião, baseada em engenharia, dos participantes. Além disso, o sucesso é avaliado pela extensão em que os protocolos e práticas desenvolvidos nesta comunidade são usados para melhorar o funcionamento da Internet [1].

Assim, a missão da IETF é fazer com que a Internet funcione melhor através da produção de documentos técnicos relevantes e de alta qualidade, que influenciam a forma como as pessoas projetam, usam e gerem a Internet. Esses documentos incluem *standards* de protocolos, melhores práticas atuais e documentos informativos de vários tipos. Esses *standards* ou padrões descrevem um comportamento ou procedimento a ser adotado em determinado processo. A IETF não impõe a utilização destes padrões, apenas informa que “se quiseses fazer isto, esta é a descrição de como o fazer”. Ora, um grande benefício da adoção destes *standards* para a Internet é a interoperabilidade, ou seja, que múltiplos produtos que implementem um determinado padrão sejam capazes de trabalhar juntos a fim de fornecer funções valiosas aos utilizadores da Internet. Desta forma, com a IETF podemos ter certeza de que a Internet continuará a crescer e a expandir-se para o benefício de todos [1].

2) RFC (*Request for Comments*) são documentos técnicos e organizacionais acerca da Internet, criados por indivíduos e organizações que lidam com tecnologia. Podem, assim, ser criados por diferentes fontes, como a IETF, a IRTF (*Internet Research Taskforce*), ou a IAB (*Internet Architecture Board*) e até mesmo autores independentes [3]. Estes documentos podem ser vistos como normas da Internet, cobrindo vários aspetos das redes de computadores, incluindo protocolos, procedimentos, programas e conceitos, bem como notas de reuniões e opiniões [1]. O RFC 3286, por exemplo, possui todas as

especificações necessárias para a implementação do controlo de fluxo de dados, também conhecido como *streaming*, e assim permitir que *sites* como o Youtube funcionem [4].

Estes documentos possuem um formato genérico [5]:

Title of RFC. Author list. [Month Year]. (Format) (Obsoletes xxxx) (Obsoleted-By xxxx) (Updates xxxx) (Updated-By xxxx) (Also zzz##) (Status: status) (Stream: stream) (DOI: doi)

Em que [5]:

- #### é o número do RFC;
- Seguem-se o título, o (s) autor (es) e a data de publicação, “Month Year” (mês ano). Cada um destes parâmetros é encerrado por um ponto;
- “Format” é o formato do documento, que pode ser *texto* (TXT), *PostScript* (PS), *Portable Document Format* (PDF), HTML ou XML;
- “Obsoletes xxxx” refere-se aos RFCs que este substitui;
- “Obsoleted-By xxxx” refere-se aos RFCs que substituem este RFC;
- “Updates xxxx” refere-se aos RFCs que este atualiza, mas não substitui;
- “Updated-By xxxx” refere-se aos RFCs que atualizam, mas não substituem, este RFC;
- “(Also zzz##)” indica subséries de documentos equivalentes (no caso de haver alguma), designadas por STD, BCP ou FYI. Nalguns casos, o campo “Also” indica um número equivalente noutra série de documentos;
- O campo “Status” fornece o estado atual do documento, enquanto que o campo “DOI:” dá o Identificador de Objeto Digital.

3) O protocolo IP (RFC 791), teve origem em 1970 no desenvolvimento da ARPANET (rede antecessora da Internet), que foi depois interligada a outras, formando em 1980 um vasto conjunto que passou a ser conhecido por Internet. Ora, o IP (*Internet Protocol*) é o protocolo do nível de rede projetado para uso em sistemas interligados de redes de comunicação de computadores. Este permite a transmissão de blocos de dados chamados datagramas, de fontes para destinos, onde quer as fontes quer os destinos são identificados por endereços de comprimento fixo. Um endereço IP é uma etiqueta

numérica atribuída a cada dispositivo conectado à rede de computadores que usa o protocolo para comunicação [6].

Por sua vez, o protocolo TCP (*Transport Control Protocol*) representa um grande incremento de qualidade relativamente ao protocolo IP, que lhe serve de base. O objetivo do protocolo TCP é fornecer um serviço fiável de comunicação entre aplicações, baseado no conceito de conexão (serviço de transporte). Este protocolo foi publicado pela primeira vez em 1973 como parte de um artigo de pesquisa. Porém, só em 1981 é que o TCP foi padronizado no RFC 793 [7].

Por outro lado, o protocolo HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) é um protocolo do nível de aplicação para Web. Este permite a obtenção de recursos, como documentos HTML, por exemplo. Um documento completo é reconstruído a partir dos diferentes subdocumentos obtidos, como por exemplo texto, descrição do *layout*, imagens, vídeos, *scripts*, entre outros. Projetado no início da década de 1990, o protocolo HTTP evoluiu ao longo do tempo. Atua na camada de aplicação e é enviado sobre o protocolo TCP, embora qualquer protocolo de transporte confiável possa, teoricamente, ser usado. Devido à sua extensibilidade, ele é usado não só para procurar documentos de hipertexto, mas também imagens e vídeos ou publicar conteúdo em servidores [8].

Evolução do HTTP [9]

O HTTP passou por várias mudanças, mantendo a maior parte da sua simplicidade e moldando ainda mais a sua flexibilidade (desde um protocolo inicial, para troca de arquivos num ambiente semiconfiável, para um labirinto moderno da Internet, carregando agora imagens e vídeos em alta resolução e 3D) [9].

HTTP / 0.9 - O protocolo de uma linha

É impossível dissociar a história do protocolo HTTP da famosa *World Wide Web*, criada no início dos anos 90. O protocolo HTTP então implementado era o, mais tarde apelidado, de HTTP / 0.9 e, por vezes, chamado de protocolo de uma linha. Este era extremamente simples, pois as solicitações consistiam numa única linha e a resposta também era extremamente trivial (consistia apenas no próprio arquivo) [9].

HTTP / 1.0 – O protocolo extensível

O HTTP / 0.9 era muito limitado. Assim, rapidamente foi evoluindo, de forma a ser mais versátil, surgindo o HTTP/1.0. Este incluía novidades, como a capacidade de transmitir outros documentos além de arquivos HTML simples, por exemplo [9].

HTTP / 1.1 - O protocolo padronizado

A primeira versão padronizada do HTTP foi o HTTP / 1.1, publicada em 1997, apenas alguns meses depois do seu antecessor. O HTTP / 1.1 introduziu várias melhorias, tais como: a possibilidade de uma conexão poder ser reutilizada, economizando tempo para reabri-la, e a adição do *pipelining*, permitindo enviar uma segunda solicitação antes que a resposta da primeira fosse totalmente transmitida, diminuindo, assim, a latência da comunicação [9].

Apesar de o protocolo HTTP / 1.1 ter sido revisto em duas ocasiões, a RFC 2616 publicada em junho de 1999 e a série de RFCs 7230-7235 publicada em junho de 2014, este protocolo foi extremamente estável por mais de 15 anos [9].

HTTP / 2 - Um protocolo para melhor desempenho

Com o passar dos anos, as páginas *Web* tornaram-se muito mais complexas. Logo, a quantidade de *media* visual exibida, o volume e o tamanho dos *scripts* também aumentaram: muito mais dados eram transmitidos por um número significativamente maior de solicitações HTTP [9].

Deste modo, na primeira metade da década de 2010, a *Google* demonstrou uma forma alternativa de troca de dados entre cliente e servidor, através da implementação do protocolo experimental SPDY (*SPeeDY*). Definindo o aumento da capacidade de resposta e resolvendo o problema da duplicação dos dados transmitidos, o SPDY serviu de base ao protocolo HTTP/ 2. Padronizado oficialmente em maio de 2015, o HTTP/2 teve muito sucesso. *Sites* com alto tráfego demonstraram a adesão mais rápida, economizando consideravelmente nas despesas gerais de transferência de dados [9].

Evolução pós-HTTP / 2

A evolução do HTTP não parou por aqui, continuando a sua extensibilidade a ser usada para adicionar novos recursos. De notar as extensões que datam de 2016, providenciando, por exemplo, a introdução de *Client-Hints*, que permitia ao navegador,

ou cliente, comunicar proactivamente informações sobre os seus requisitos ou restrições de hardware ao servidor [9].

Na verdade, o ambiente em que o HTTP é usado hoje é bastante diferente daquele observado no início dos anos 90. O design original do HTTP provou ser uma obra-prima, permitindo que a Web evoluísse ao longo de um quarto de século, sem a necessidade de um motim. A possibilidade de correção de falhas, mantendo sempre a flexibilidade e extensibilidade, tornaram o HTTP um sucesso [9].

Atualidade

Atualmente, o HTTP/3 é a terceira e mais sofisticada versão do protocolo, sucedendo ao HTTP/2. Esta surgiu como um rascunho baseado num RFC anterior, denominado “*HTTP over QUIC*” [10]. O QUIC é um protocolo de rede da camada de transporte desenvolvido inicialmente pelo *Google*. Em 28 de outubro de 2018, foi feito um pedido oficial para renomear o “HTTP over QUIC” para HTTP/3. Esta proposta foi aceite em novembro de 2018. Desta forma, o suporte ao HTTP/3 foi adicionado ao Chrome em setembro de 2019 e, embora o HTTP/3 ainda não esteja ativado por padrão em todos os navegadores, em 2020 já tem suporte nas versões estáveis do Chrome e Firefox, e pode eventualmente ser ativado.

Parte II – Satellite Communications

1)

Tabela 1 Dados dos satélites GORIZONT 29, ORBCOMM FM 15, NILESAT 201 e IRIDIUM 166 [11].

	Distância (km)	Tipo de órbita	Atraso (s)	Período (min)
GORIZONT 29	35868,02	Geostacionária, elítica	0,11942*	1437,7
ORBCOMM FM 15	781,50	LEO (órbita baixa), elítica	0,00263*	100,5
NILESAT 201	35770,95	Geostacionária	0,11931*	1,436,1
IRIDIUM 166	787,45	LEO (órbita baixa), elítica	0,00262*	100,4

*Nota: não nos foi possível encontrar os valores relativos ao atraso. Porém, tendo em conta as definições de *Apogee* e *Perigee* como sendo, respetivamente, os pontos onde cada satélite está mais afastado e mais próximo da Terra podemos calcular uma distância média a esta, a partir desses pontos. Tendo ainda em conta que, a velocidade de propagação da luz no vácuo é, aproximadamente, 300 000 km/s, podemos estimar o atraso

como sendo: $d_{\text{média}}(\text{Apogee}, \text{Perigee}) / \text{velocidade de propagação}$. Dando como exemplo o caso do GORIZONT 29, tem-se:

Apogee: 35 879,1 km

Perigee: 35 773,1 km

Logo, a distância média à Terra é $(35\,879,1 + 35\,773,1) / 2 = 35826,1$ km. Como tempo = distância média/ velocidade, vem: $35826,1 \text{ km} / 300\,000 \text{ km/s}$, dando um atraso de, aproximadamente, 0,11942 s.

Efetou-se o mesmo raciocínio para os restantes satélites.

2) Os satélites GORIZONT 29 e NILESAT 201 são classificados como TV Satellites (satélites TV), ou seja, são geostacionários e transmitem sinais TV, além de serem usados para fins de comunicação global e previsão meteorológica [11]. Os satélites geostacionários de comunicação são úteis, uma vez que são visíveis numa grande área da superfície terrestre, e aparentam estar estacionários no céu, o que elimina a necessidade de as antenas no solo se moverem. Ou seja, os observadores na Terra podem simplesmente erguer antenas estacionárias, e estas ficam sempre direcionadas para o satélite pretendido. No entanto, a latência nestes casos torna-se significativa (cerca de 240ms), o que é um problema para aplicações sensíveis à latência, como as comunicações por voz. Além disso, à medida que a latitude do observador aumenta, a comunicação torna-se mais difícil, devido a fatores como a refração atmosférica e reflexões de sinal do solo ou estruturas próximas. Por isso, os satélites geostacionários de comunicação são usados principalmente para entretenimento unidirecional e em aplicações nas quais alternativas de baixa latência não estão disponíveis [12].

Por sua vez, os satélites IRIDIUM 166 e ORBCOMM FM 15 são satélites de baixa órbita (LEO) [11]. Este tipo de órbita exige menor quantidade de energia para colocação dos satélites no sítio pretendido e fornece elevada largura de banda e baixa latência na comunicação. Mais ainda, como é necessária menos energia para colocar um satélite numa órbita baixa, um satélite nessa órbita necessita de amplificadores menos eficazes para que uma transmissão seja bem-sucedida. Este tipo de órbita é usado para várias aplicações na comunicação, nomeadamente telecomunicações, como o Sistema Telefónico Iridium (usado para comunicações de voz e dados ao redor do mundo através da rede de satélites Iridium, da qual o IRIDIUM 166 faz parte) [13]. Além disso, os

sistemas de telecomunicações baseados nos satélites de baixa altitude fornecem aos países subdesenvolvidos a capacidade de adquirirem serviços telefônicos por satélite em áreas onde, de outra forma, seria muito dispendioso ou até impossível estabelecer linhas terrestres.

Bibliografia

- [1] Internet Engineering Task force, *IETF*, 2020. [Online]. Available: <https://www.ietf.org/>. [Accessed: Oct. 13, 2020]
- [2] “Internet Engineering Task Force”, *Pt.wikipedia.org*, 2020. [Online]. Available: https://pt.wikipedia.org/wiki/Internet_Engineering_Task_Force. [Accessed Oct. 13, 2020]
- [3] “Request for Comments”, *Pt.wikipedia.org*, 2020. [Online]. Available: https://pt.wikipedia.org/wiki/Request_for_Comments. [Accessed Oct. 13, 2020]
- [4] RFC3286 An Introduction to the Stream Control Transmission Protocol (SCTP).
L. Ong, J. Yoakum. May 2002. (Format: TXT, HTML) (Status: INFORMATIONAL) (DOI: 10.17487/RFC3286)
Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc3286>. [Accessed: Oct. 16, 2020]
- [5] RFC Index, *IETF*, 2020. [Online]. Available: <https://tools.ietf.org/rfc/>. [Accessed: Oct. 13, 2020]
- [6] A. Moreira, “Internet Protocol”, *Dei.issep.ipp.pt*, 2020. [Online]. Available: <https://www.dei.issep.ipp.pt/~asc/doc/ip.html>. [Accessed: Oct. 16, 2020]
- [7] A. Moreira, “Transmission Control Protocol (TCP)”, *Dei.issep.ipp.pt*, 2020. [Online]. Available: <https://www.dei.issep.ipp.pt/~asc/doc/tcp.html>. [Accessed: Oct. 16, 2020]
- [8] “Uma visão geral do HTTP”, *MDN Web Docs*, 2020. [Online]. Available: <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/HTTP/Overview>. [Accessed Oct. 15, 2020]
- [9] “Evolution of HTTP”, *MDN Web Docs*, 2020. [Online]. Available: <https://developer.mozilla.org/en->

- [US/docs/Web/HTTP/Basics_of_HTTP/Evolution_of_HTTP](#). [Accessed Oct. 15, 2020]
- [10] Akamai, “Hypertext Transfer Protocol Version 3 (HTTP/3)”, 2020 [Online]. Available: <https://tools.ietf.org/html/draft-ietf-quic-http-31>. [Accessed: Oct. 16, 2020]
- [11] “N2YO.com - real time satellite tracking”, *N2YO.com - real time satellite tracking and predictions*, 2020. [Online]. Available: <https://www.n2yo.com/>. [Accessed: Oct. 13, 2020]
- [12] “Geostationary orbit”, *Pt.wikipedia.org*, 2020. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Geostationary_orbit. [Accessed Oct. 13, 2020]
- [13] “Low Earth orbit”, *Pt.wikipedia.org*, 2020. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Low_Earth_orbit. [Accessed Oct. 13, 2020]