

# ACM Internet Measurement Conference: A First Look at Starlink Performance

Simão Cunha<sup>[a93262]</sup>, Gonçalo Pereira<sup>[a93168]</sup>, and Rui Alves<sup>[pg50745]</sup>

Universidade do Minho - Campus de Gualtar, R. da Universidade, 4710-057 Braga Portugal

## Qualidade de Serviço em Redes IP (2022/2023) - Grupo 1

**Resumo** O presente relatório refere-se ao ensaio escrito no âmbito da área de Qualidade de Serviço na Internet, onde faremos uma análise do artigo *A first look at Starlink Performance* apresentado na ACM Internet Measurement Conference. Começaremos com uma introdução acerca do que é a *Starlink* e como é vendida aos seus clientes. Abordamos as condições e os métodos de experimentação utilizados para obtenção de medições, fazendo uma apresentação de resultados. Por fim, discutimos as conclusões apresentadas pelos investigadores e se as promessas de qualidade da *Starlink* foram atingidas.

**Keywords:** ACM, Starlink, Internet, QoS

## 1 Introdução

Qualidade de serviço é um campo de estudo das redes de computadores que visa analisar, medir e, por ventura, melhorar a experiência de utilizador de um dado sistema. Neste ensaio, partimos de um estudo apresentado na *ACM Internet Measurement Conference* por François Michel, Olivier Bonaventure, Martino Trevisan e Danilo Giordano chamado *A first look at Starlink Performance* [1], numa ótica de resumir e apresentar as conclusões dos investigadores no que toca à qualidade de serviço disponibilizada por sistemas baseados em satélites de baixa órbita, como é o caso da *Starlink*. Satélites de baixa órbita são satélites que se encontram entre 250 km a 2000 km do planeta Terra [2], enquanto que os satélites geoestacionários encontram-se a uma distância de 35786 km [3]. A baixa altitude garante menor latência de comunicação mas sujeita os satélites a maiores pressões gravitacionais. Na altura de escrita do artigo de referência, a promessa da *Starlink* era permitir o acesso à Internet com uma latência de 20 ms e velocidades de largura de banda ente 100 e 200 Mbps. Já na altura da escrita deste ensaio, os valores anunciados no seu *website* para o pacote *standard* são latência de 25-50ms, largura de banda de *download* de 20-100 Mbps e de upload de 5-15 Mbps [4]. Neste artigo, pretendemos concluir se a *Starlink* consegue de facto oferecer a qualidade de serviço anunciada aos seus clientes.

## 2 Testes e medições

### 2.1 Condições

Na experiência realizada foram utilizados três computadores equipados com 8 *cores* e 16 GB de memória a correr *Ubuntu 20.04* e *Linux kernel versão 5.0.4*. Dois dos computadores estão localizados em Louvain-la-Neuve, Bélgica. O primeiro está conectado à Internet via *Starlink*, usando o pacote *standard*; o segundo está conectado por cabo ao campus *UCLouvain* via um adaptador de 1 Gbit/s *ethernet*. O terceiro computador está conectado por *Satcom* para o qual foi comprado o plano 100 Mbits/s no *downlink* e 10 Mbit/s no *uplink* - *Satcom* funciona com recurso a satélites geoestacionários.

## 2.2 Medições efetuadas

Para a realização dos testes, foram considerados dois protocolos: TCP e QUIC. O primeiro foi utilizado por ser o mais amplamente usado na Internet, enquanto que o QUIC foi usado devido à encriptação de pacotes, que não permitem o uso de *middleboxes* ou *performance enhancing proxies* (PEP), garantindo com que a medição da latência seja fim-a-fim. No caso do TCP, realizaram-se diferentes testes tanto usando *Starlink* como *Satcom*. Com QUIC foram usadas duas modalidades de testes, ambas com *Starlink*. Num dos testes, QUIC H3, experimentaram-se transferências de grande carga (100 MB). J no outro, QUIC *messages*, fez-se transferências mais leves e regulares. Além disso, os investigadores procuraram testar a qualidade de serviço do *web browsing*. Para avaliar a qualidade do *web browsing*, focaram-se essencialmente em duas métricas: (i) **onLoad**: tempo de o *browser* carregar todos os elementos e feito o *parsing* necessário; (ii) **SpeedIndex**: representa o tempo até as partes visíveis da páginas sejam mostradas.

Apresentamos, abaixo, de forma esquematizada, todos os testes realizados.

Medição	Rede	Duração	Alvo
Latência	Starlink	5 meses	11 anchors
Débito	Starlink	4 meses	Servidores Ookla
	SatCom	2 semanas	
Web browsing	Starlink	4 meses	120 Websites
	SatCom	2 semanas	
QUIC H3	Starlink	5 meses	Servidor belga
Mensagens QUIC	Starlink	5 meses	Servidor belga

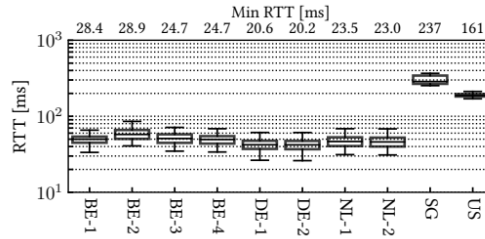
**Tabela 1:** Tabela adaptada de [1] com os testes efetuados

## 2.3 Resultados

A primeira análise foi observar o RTT e como este varia para as diferentes *anchors*. As medições são iniciadas sem carga nas ligações, sendo que é o melhor caso que os subscritores podem alcançar. Os testes são realizados através de *downloads* e *uploads* utilizando o protocolo QUIC, que geram pressão na largura de banda e permitem analisar como o RTT evolui com o tempo. A figura 1 mostra os respetivos RTT para cada *anchor* usado:

- As 4 caixas (mais à esquerda) são 4 *anchors* locais que no caso médio o seu RTT é de [46,52]ms e ultrapassa os 70ms em menos de 5% das vezes;
- O RTT mínimo observado foi de [24,28]ms;
- Os melhores resultados foram obtidos nos *anchors* alemães onde a média de RTT foi de 42 ms e o mínimo obtido foi de 20,5 ms, confirmando assim as prometidos 20ms pela *Starlink*.
- Os piores RTT obtidos são relativos aos anchors situados em São Francisco e Singapura, com valores de 184 ms e 270 ms, respetivamente.

Através do **Traceroute** foi observado a rota dos pacotes direcionados a estes *anchors* e os nodos de saída do stlite *Starlink* foram os mesmos para os *anchors* europeus. Isto sugere que os *inter-satellite links* (ISL) ainda não estão ativos. No entanto, os stlites capazes de ISL já foram lançados e a sua ativação foi planeada para o passado ano de 2022.



**Figura 1:** Distribuição dos RTT para as *anchors* (adaptada de [1])

Para estudar a variação do RTT em ligações sobrecarregadas, foram realizados HTTP/3 *downloads* e *uploads* direcionados ao servidor analisando o seu RTT durante a transferência. As medições mostraram:

- Aumento da latência, sendo o upload o mais afetado.

Em termos de throughput obtiveram-se os seguintes resultados:

- Download valor médio 178 Mbit/s, sendo 386 Mbit/s o máximo atingido.
- Upload valor médio 17 Mbit/s e sendo 64 Mbit/s o máximo atingido.

Por fim, experimentou-se o desempenho de *web browsing* usando Starlink obtendo-se uma média de 2.12s onLoad e de 1.82s de SpeedIndex.

### 3 Discussão

Dadas as evidências apresentadas concluímos que a *Starlink* consegue cumprir as promessas de baixa latência e alto *throughput*. Sendo que a latência mínima está na ordem dos 20 ms e throughput máximo para download a atingir 386 Mbit/s, muito mais alto do que anunciado. Além disso, é importante sublinhar o bom desempenho no contexto de *web browsing*, sendo muito melhor que *Satcom*, cerca de 75% a 80% mais rápido, e a aproximar-se das ligações cabeladas. Ainda assim, os investigadores concluíram que as ligações inter-satélites não estavam ativadas - será de esperar uma evolução da qualidade de serviço nesse caso.

Dito isto, é de esperar que esta tecnologia ocupe um papel importante no que é o futuro da conectividade da Internet.

### Referências

1. Michel F. *et al.* in A first look at starlink performance, 2022
2. Yannick Borthomieu, in Lithium-Ion Batteries- 2.2 LEO Satellites, 2014
3. Liang S. *et al.* in Advanced Remote Sensing (Second Edition) - 1.2.1 Geostationary satellites, 2020
4. Website Starlink: <https://www.starlink.com> /(consultado em fev. 2023)