

TP3: Ferramenta para monitorização de QoS na Internet

Gabriela Moreira Prata^[PG50390], Marco António Rodrigues Sampaio^[PG47447],
and Tiago Filipe Pais Matos^[PG45585]

¹ Universidade do Minho

² UC: Qualidade de Serviço em Redes IP

1 Definição do Problema

Com o aumento da procura por conectividade móvel e o crescente número de dispositivos, torna-se cada vez mais importante garantir a qualidade do serviço e monitorizar o desempenho da conexão à internet. Neste contexto, este projeto tem como objetivo criar uma ferramenta de monitorização do desempenho e da qualidade de serviço, focada especificamente no cenário de acesso através de dispositivos móveis.

Desta forma, este tipo de ferramenta de monitorização do desempenho e da qualidade de serviço como a proposta neste projeto pode ser muito útil a quem dependa de conectividade móvel para realizar atividades do quotidiano. A análise destes dados pode permitir, no futuro, uma gestão mais eficiente dos recursos e a garantia de uma experiência de utilizador mais satisfatória.

O objetivo é medir a qualidade do serviço em termos de latência e jitter e largura de banda em diferentes horários do dia de forma a testar em diferentes níveis de congestionamento da rede e avaliar qual é o impacto a nível de streaming ou browser a correr em simultâneo.

2 O que estamos a medir?

A ferramenta a ser desenvolvida será capaz de recolher dados e métricas de desempenho, como a latência, a velocidade da conexão e o jitter, em tempo real. Estas informações serão usadas para avaliar a qualidade da conexão à internet em dispositivos móveis, identificando possíveis problemas e oportunidades de melhoria.

Estas métricas serão obtidas através de medições ativas, visto que tem por base a injeção de pacotes TCP na rede para calcular estes valores. Esta metodologia caracteriza-se por ser versátil e fácil de estimar o QoS em tempo real, no entanto, pode interferir no funcionamento normal da rede, ao contrário da metodologia passiva, uma vez que existe intrusão na rede com a injeção de pacotes na rede.

3 Como estamos a medir?

Para obter estas métricas será desenvolvida uma ferramenta com interface gráfica, onde será possível obter as métricas identificadas e exportar os resultados obtidos. O objetivo é utilizar esta ferramenta para capturar o próprio tráfego e avaliar o estado da ligação à rede do próprio dispositivo móvel. Estão a ser usadas as bibliotecas ping3 e speedtest do python como auxílio às medições.

4 Porquê estas métricas?

As métricas selecionadas para avaliação neste estudo foram a latência, jitter e largura de banda (download e upload), que são fundamentais para a análise da ligação de um dispositivo a uma determinada rede. Cada uma dessas métricas desempenha um papel importante na avaliação da qualidade do serviço e na identificação de possíveis problemas e oportunidades de melhoria.

A latência trata-se do tempo necessário para transmitir um pacote de dados entre dois pontos da rede, uma latência baixa indica-nos uma comunicação rápida. O Jitter é a variação no tempo de transmissão de pacotes consecutivos, um baixo jitter é ideal para uma experiência consistente. A Largura de banda indica a capacidade de transmissão de dados da rede, incluindo download e upload. Uma largura de banda maior é desejável para transferências rápidas de dados.

Avaliar estas métricas é crucial para entender o desempenho e a qualidade de serviço da rede a que um dispositivo móvel está conectado. Através da análise dessas métricas, é possível identificar pontos problemáticos na rede, permitindo tomar medidas para melhorar a qualidade do serviço e proporcionar uma melhor experiência ao utilizador.

5 Implementação

A implementação desenvolvida está descrita na seguinte figura, onde temos um equipamento conectado à rede do operador através do homegateway, por cabo ou wifi (sendo que por cabo os resultados serão melhores). O tráfego atravessa toda a rede backbone até a um servidor de teste de velocidade.

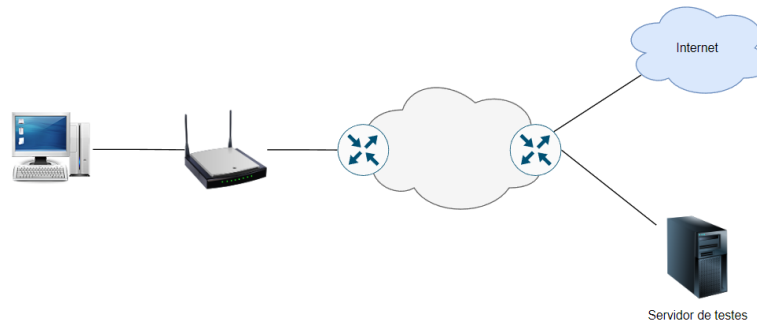


Fig. 1. Topologia

Para a realização dos testes é possível definir manualmente o servidor de testes (host), selecionar o intervalo de tempo adequado e iniciar o teste. A plataforma disponibilizará os resultados da latência, jitter e download/upload graficamente e também em formato tabela, com a indicação do timestamp de cada medição.

A latência é medida com a ajuda da função ping da biblioteca ping3. O protocolo ICMP (Internet Control Message Protocol) é usado para enviar um eco de requisição (ping) para o host destino. A latência é o tempo que leva para este pacote ir e voltar (chamado de RTT - Round Trip Time).

O jitter é calculado encontrando a diferença absoluta entre a latência de um pacote e a latência do próximo pacote.

A velocidade de download e upload são medidas com a ajuda da biblioteca speedtest. Esta biblioteca usa o serviço de teste de velocidade Speedtest.net para medir a velocidade de download e upload, usando o melhor servidor disponível.

Após a realização dos testes é também possível exportar os resultados para um ficheiro em formato xlsx, com os mesmos dados apresentados na plataforma, com a adição da localidade, obtida automaticamente e do servidor de testes utilizado.

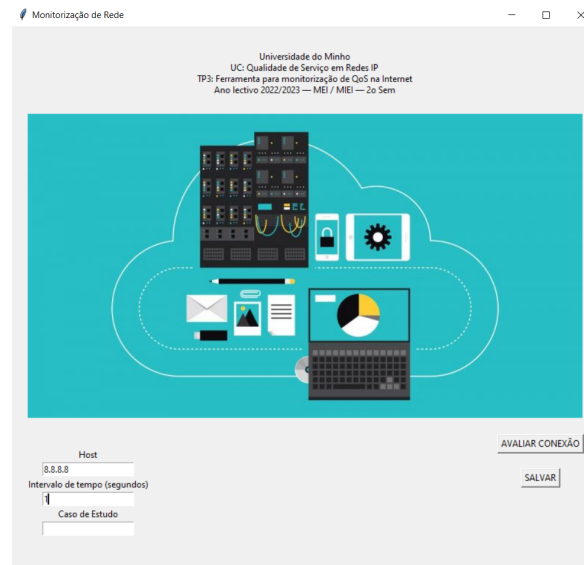


Fig. 2. Interface gráfica

6 Testes e Análise

Seguidamente, apresentamos um teste efetuado em Braga numa hora de muito tráfego. A primeira imagem apresenta a página web que é aberta quando fazemos o teste na nossa interface. A segunda imagem apresenta o ficheiro excel que é guardado quando optamos por salvar o teste na interface.

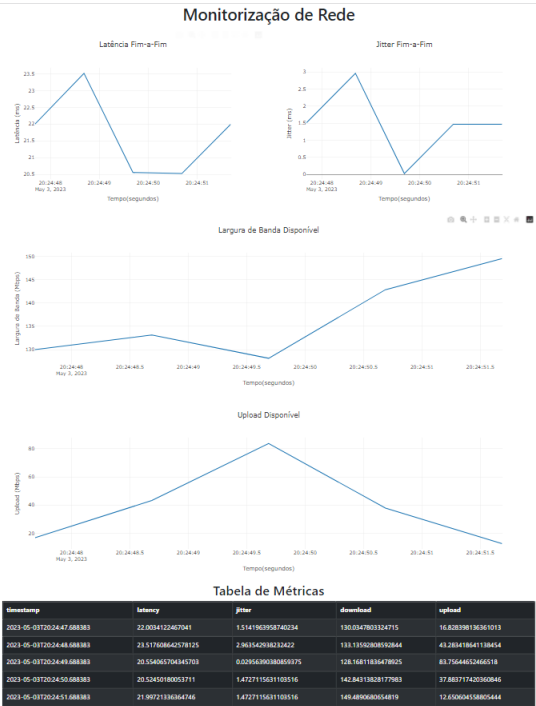


Fig. 3. Teste

1	Localidade	Host	timestamp	latency	jitter	download	upload	po de Estudo	
2	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 03:48:19	16,76536	0,765085	202,1811	133,2325	Univesidade-browser	
3	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 03:48:20	16,00027	0,001192	180,8457	152,8318	Univesidade-browser	
4	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 03:48:21	15,99908	0,565052	202,7789	155,9048	Univesidade-browser	
5	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 03:48:22	16,56413	0,565052	225,5728	143,1314	Univesidade-browser	
6	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 03:56:07	17,10272	0,099897	211,6356	144,4424	Univesidade-twitch	
7	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 03:56:08	17,00282	3,51882	194,2149	131,2763	Univesidade-twitch	
8	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 03:56:09	20,52164	3,519297	208,8349	144,0748	Univesidade-twitch	
9	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 03:56:10	17,00234	0,000954	203,5259	120,7476	Univesidade-twitch	
10	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 03:56:11	17,0033	0,000954	196,929	128,288	Univesidade-twitch	
11	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 03:59:04	16,99567	0,001669	192,7048	126,0188	Univesidade-browser	
12	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 03:59:05	16,99734	0,178337	183,1069	110,3008	Univesidade-browser	
13	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 03:59:06	16,819	0,818968	195,9911	142,2011	Univesidade-browser	
14	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 03:59:07	16,00003	0,999451	225,2739	158,15	Univesidade-browser	
15	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 03:59:08	16,99948	0,999451	192,2701	137,1125	Univesidade-browser	
16	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 04:09:43	18,45193	1,447439	235,0687	154,1717	Univesidade-twitch	
17	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 04:09:44	17,00449	5,104065	199,6019	153,9847	Univesidade-twitch	
18	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 04:09:45	22,10855	3,097057	212,9914	149,5862	Univesidade-twitch	
19	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 04:09:46	19,0115	3,05295	216,8337	149,8428	Univesidade-twitch	
20	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 04:09:47	15,95855	3,05295	215,9655	130,758	Univesidade-twitch	
21	Maia	8.8.8.8	2023-05-17 05:27:03	21,49367	1,097441	41,04766	38,27293	casa-browser	
22	Maia	8.8.8.8	2023-05-17 05:27:04	22,59111	2,592325	37,3168	39,78087	casa-browser	
23	Maia	8.8.8.8	2023-05-17 05:27:05	19,99879	0,060797	39,09847	38,82508	casa-browser	
24	Maia	8.8.8.8	2023-05-17 05:27:06	20,05959	0,110626	42,01018	36,90457	casa-browser	
25	Maia	8.8.8.8	2023-05-17 05:27:07	19,94896	0,110626	39,15186	35,5235	casa-browser	
26	Maia	8.8.8.8	2023-05-17 05:29:28	26,93105	7,237911	34,26304	37,84141	casa-twitch	
27	Maia	8.8.8.8	2023-05-17 05:29:29	19,69314	4,306793	37,65801	35,8012	casa-twitch	
28	Maia	8.8.8.8	2023-05-17 05:29:30	23,99993	4,76265	36,85961	35,48954	casa-twitch	
29	Maia	8.8.8.8	2023-05-17 05:29:31	19,23728	4,759312	35,81742	35,71949	casa-twitch	
30	Maia	8.8.8.8	2023-05-17 05:29:32	23,99659	4,759312	33,70479	35,76498	casa-twitch	

Fig. 4. Teste

30	Maia	8.8.8.8	2023-05-17 03:27:36	23,99874	0,471354	25,72718	28,24648	universidade-twitch			
31	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 18:07:00	23,99874	0,471354	25,72718	28,24648	universidade-browser			
32	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 18:07:01	24,47009	1,472235	24,03909	29,57868	universidade-browser			
33	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 18:07:02	22,99786	0,047922	22,34202	24,33961	universidade-browser			
34	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 18:07:03	23,04578	3,075838	21,93138	24,64293	universidade-browser			
35	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 18:07:04	26,12162	3,075838	17,50005	19,93803	universidade-browser			
36	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 18:09:49	22,01915	2,969027	18,51516	16,30835	universidade-twitch			
37	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 18:09:50	24,98817	27,99797	21,43878	16,67105	universidade-twitch			
38	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 18:09:51	52,98615	24,5676	20,01216	16,33377	universidade-twitch			
39	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 18:09:52	28,41854	0,306129	19,1659	23,47127	universidade-twitch			
40	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 18:09:53	28,72467	0,306129	16,08059	25,59511	universidade-twitch			
41	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 18:41:36	73,04454	45,753	10,11928	28,88854	universidade-browser			
42	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 18:41:37	27,29154	6,296158	17,91302	24,77286	universidade-browser			
43	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 18:41:38	20,99538	2,175808	15,43044	27,42777	universidade-browser			
44	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 18:41:39	23,17119	0,383377	23,02306	30,85098	universidade-browser			
45	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 18:41:40	22,78781	0,383377	20,74665	28,36513	universidade-browser			
46	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 18:44:21	23,81802	2,771139	15,05719	26,53187	universidade-twitch			
47	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 18:44:22	21,04688	0,020504	15,22974	29,24643	universidade-twitch			
48	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 18:44:23	21,06738	2,660275	16,52226	23,30753	universidade-twitch			
49	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 18:44:24	23,72766	16,92843	18,18596	28,77376	universidade-twitch			
50	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 18:44:25	40,65609	16,92843	17,33054	25,81482	universidade-twitch			
51	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 21:58:16	22,21441	3,539801	15,81121	25,16206	universidade-browser			
52	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 21:58:17	25,75421	6,709337	13,94774	27,17734	universidade-browser			
53	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 21:58:18	32,46355	30,02119	13,5731	17,75557	universidade-browser			
54	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 21:58:19	62,48474	37,41312	9,139199	20,00869	universidade-browser			
55	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 21:58:20	25,07162	37,41312	15,63029	23,38732	universidade-browser			
56	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 22:02:33	21,99316	5,156517	16,47293	24,90031	universidade-twitch			
57	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 22:02:34	27,14968	0,000477	16,50225	25,37948	universidade-twitch			
58	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 22:02:35	27,1492	4,09317	17,81435	27,02003	universidade-twitch			
59	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 22:02:36	23,05603	1,477957	21,40878	24,73794	universidade-twitch			
60	Braga	8.8.8.8	2023-05-17 22:02:37	24,53399	1,477957	20,89689	27,97373	universidade-twitch			

Fig. 5. Teste

61	Maia	8.8.8.8	2023-05-18 03:08:11	23,96274	4,096746	43,51364	37,37558	casa-browser			
62	Maia	8.8.8.8	2023-05-18 03:08:12	19,86599	0,520945	43,56262	41,54476	casa-browser			
63	Maia	8.8.8.8	2023-05-18 03:08:13	20,38693	2,257824	43,31018	38,41545	casa-browser			
64	Maia	8.8.8.8	2023-05-18 03:08:14	22,64476	0,962496	41,01145	38,30091	casa-browser			
65	Maia	8.8.8.8	2023-05-18 03:08:15	23,60725	0,962496	40,56424	38,45772	casa-browser			
66	Maia	8.8.8.8	2023-05-18 03:10:43	31,95953	7,94673	38,31933	31,23999	casa-twitch			
67	Maia	8.8.8.8	2023-05-18 03:10:44	24,0128	0,455856	39,8388	24,09804	casa-twitch			
68	Maia	8.8.8.8	2023-05-18 03:10:45	23,55695	12,4445	41,55726	40,65449	casa-twitch			
69	Maia	8.8.8.8	2023-05-18 03:10:46	36,00144	12,38942	43,22601	40,56034	casa-twitch			
70	Maia	8.8.8.8	2023-05-18 03:10:47	23,61202	12,38942	43,65997	38,48259	casa-twitch			
71	Braga	8.8.8.8	2023-05-18 16:04:44	19,03796	3,955841	47,04545	54,53181	universidade-browser			
72	Braga	8.8.8.8	2023-05-18 16:04:45	22,9938	0,800848	57,20826	55,51468	universidade-browser			
73	Braga	8.8.8.8	2023-05-18 16:04:46	22,19296	5,765676	51,90618	69,72242	universidade-browser			
74	Braga	8.8.8.8	2023-05-18 16:04:47	27,95863	5,765676	62,55458	58,4747	universidade-browser			
75	Braga	8.8.8.8	2023-05-18 16:08:24	21,95954	0,407934	38,19706	42,71345	universidade-twitch			
76	Braga	8.8.8.8	2023-05-18 16:08:25	21,55161	1,213312	50,08213	57,46364	universidade-twitch			
77	Braga	8.8.8.8	2023-05-18 16:08:26	22,76492	16,63828	45,63675	39,6124	universidade-twitch			
78	Braga	8.8.8.8	2023-05-18 16:08:27	39,4032	18,36133	44,86437	29,80852	universidade-twitch			
79	Braga	8.8.8.8	2023-05-18 16:08:28	21,04187	18,36133	33,40917	36,9195	universidade-twitch			

Fig. 6. Teste

6.1 Análise

- **Localidade:** Fizemos testes relativos a redes ligadas a diferentes cidades: Braga e Maia. Em geral, parece que as métricas de conectividade (latência, jitter, velocidade de download e upload) são consistentemente maiores em Braga em comparação com Maia. Isto pode ser devido a uma melhor in-

fraestrutura da rede, proximidade aos servidores, ou menos congestionamento de rede em Braga.

- **Casos de Estudo:** Não notamos resultados muito diferentes na avaliação das métricas relativos ao uso de browser normal ou serviço de live transmission. Isto pode dever-se à metodologia que utilizamos ou à falta de hardware com mais capacidade para a medição deste tipo de testes.
- **Horário:** Os resultados obtidos neste caso foram aqueles que estávamos à espera. Por exemplo nas medições realizadas por volta das 18:00h às 22:00h têm geralmente maior latência e consequentemente menores velocidades, indicando claramente um maior uso e congestionamento das redes estudadas durante estas horas.

7 Limitações identificadas

Algumas possíveis limitações que podem ser enfrentadas incluem a memória do dispositivo usado para realizar os testes, a capacidade de ocupação do servidor ou outras considerações técnicas.

Por exemplo, pode ser necessário limitar a quantidade de memória usada para a execução dos testes, especialmente se estiverem a ser realizados num dispositivo móvel com pouca capacidade de armazenamento.

Além disso, a capacidade de ocupação do servidor pode ser limitada caso tenha uma elevada utilização num determinado momento, podendo afetar a eficiência dos testes.

Outra possível consideração é o uso de equipamentos dedicados para realização de testes, o que pode ser mais eficiente do que usar equipamentos que estão em uso constante. A conexão à rede também influencia de forma direta os resultados dos testes, se os testes forem realizados por cabo, estes terão mais estabilidade e melhor performance, ao contrário dos testes realizados por wi-fi.

8 Conclusão

Neste trabalho, apresentámos uma ferramenta que permite monitorizar a Qualidade de Serviço (QoS) em redes de Internet, particularmente para cenários de acesso móvel. A ferramenta realiza medições de várias métricas fundamentais, como latência, jitter, velocidades de download e upload, fornecendo uma visão abrangente do desempenho da rede em tempo real.

Realizámos uma série de testes para entender como estas métricas variam com a localização, hora do dia e cenário de uso (por exemplo, navegação na web versus streaming ao vivo). Descobrimos que há uma diferença notável na QoS com base nesses fatores. Por exemplo, os horários de pico de uso da Internet (como entre 18:00 e 22:00) apresentam latência mais alta e velocidades mais baixas, indicando um maior congestionamento da rede.

Estes resultados realçam a importância de monitorizar a QoS para garantir uma experiência de usuário satisfatória.

No entanto, o trabalho apresenta algumas limitações como a ocupação do servidor e a falta de um equipamento dedicado para os testes. Para trabalho futuro, seria interessante explorar formas de minimizar estas limitações para realizar medições mais precisas e abrangentes.

Para concluir, este projeto foi ótimo para consolidar conhecimentos e perceber o quão complexo pode ser o processo de monitorização de uma rede.