
Trabalho Laboratorial 4

Comunicações Móveis

Network Simulation - WiFi

Diogo Remião & Miguel Pinheiro

Maio 2021



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
TEC

1 O Projeto

O objetivo principal deste projeto é o estudo do desempenho de vários cenários de redes sem fios para o qual se utiliza técnicas de simulação de eventos discretos. Foram realizados testes para 4 cenários diferentes, para analisar as várias características do Wi-Fi e para isso recorremos ao simulador de rede "ns-3". Todas as simulações apresentadas foram realizadas com um tempo de simulação de 60 segundos.

1.1 First Study-Throughput vs Distance

O principal objetivo desta primeira experiência é observar a influencia que a distancia possui sobre a *performance* do *throughput*. Para isso, foram simulados uma estação (STA) e um ponto de acesso (AP), sendo assim criado um fluxo TCP desde STA para o AP, realizando o envio de um ficheiro grande. Foram realizadas 16 simulações, entre os 1m e 1500m com um intervalo de 100m entre elas. Conseguimos ver que entre os 1m e 100m a diferença é praticamente nula, confirmando que para distâncias curtas o *throughput* é muito semelhante.

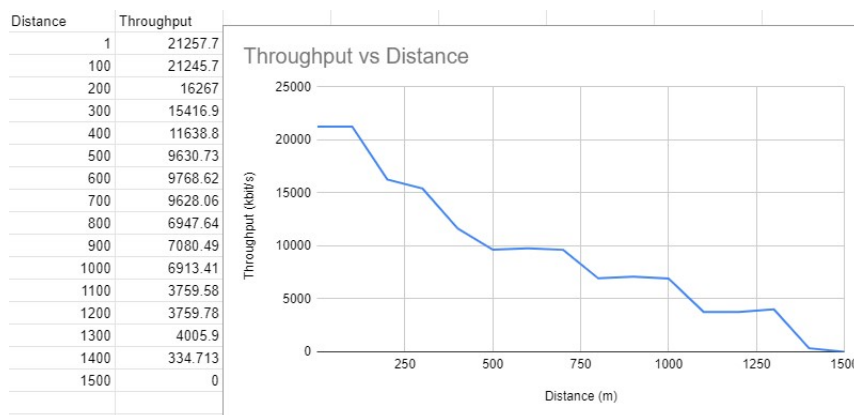


Figure 1.1: Gráfico de Throughput vs Distância

Tal como era esperado de antemão, conforme se aumenta a distância entre a STA e o AP existe uma diminuição de *throughput*, sendo necessário mais tempo para transferir a mesma quantidade de pacotes, resultado numa pior conexão entre os dois pontos. Verifica-se a existência de alguns "planaltos" em termos de *throughput* como por exemplo entre os 500m e 700m onde este se mantém em volta dos mesmos valores. Entre os 1300m e 1400m verifica-se uma acentuada redução de *throughput* e nos 100m seguintes a conexão torna-se mesmo nula.

1.2 Second Study-Throughput vs Number of STA's

Para a segunda experiência, o objetivo era perceber qual seria o efeito de n STAs a gerar fluxos TCP para o AP no *throughput*. Foram realizadas 15 simulações

partindo de apenas uma STA, sendo as seguintes adicionadas em torno do AP criando um círculo em torno deste. Recorrendo ao *flowmonitor*, retiramos os valores de *throughput* de cada uma das STAs em direção ao AP.

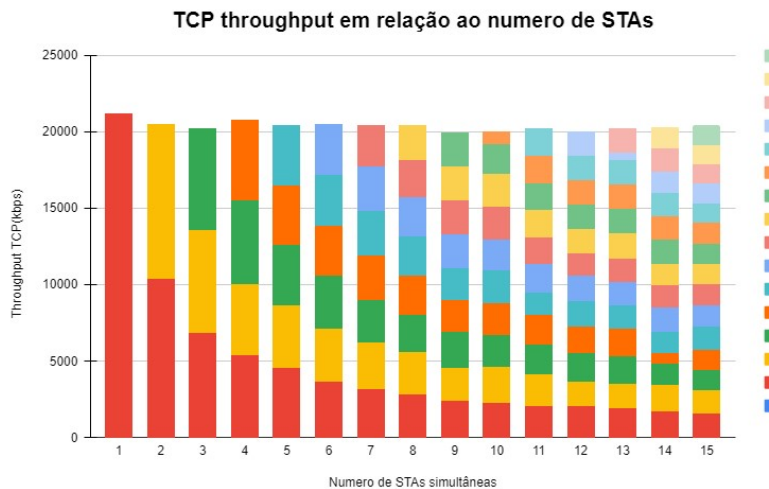


Figure 1.2: *throughput* vs Número de STAs

Analisando o gráfico, conseguimos facilmente retirar que à medida que aumentamos o número de STAs, a largura de banda de cada é, em média, distribuída de igual forma por cada uma delas. Isto deriva do facto de o Wi-Fi utilizar o protocolo CSMA/CA, onde o *carrier sense* tenta evitar colisões e tornar o acesso ao meio igualmente justo para todos os nós transmissores. No entanto, não é perfeito. Para $n=14$, é possível constatar que a STA representada pela cor laranja obtém uma quota inferior às restantes.

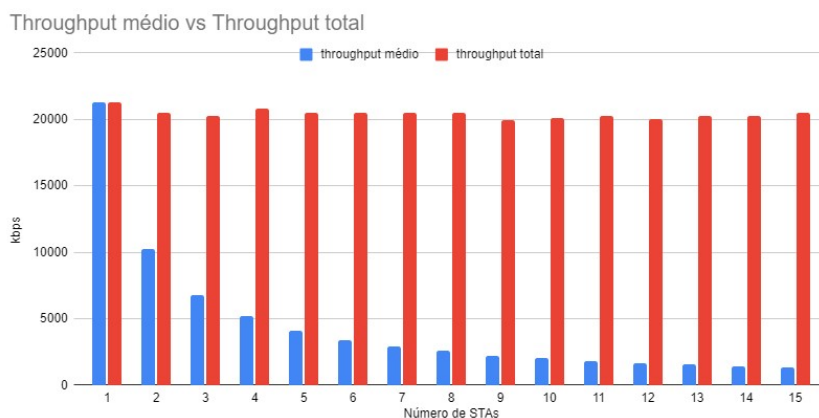


Figure 1.3: Throughput médio vs Throughput total

Assim, e como podemos ver na figura 1.3, o *throughput* médio de cada STA diminui à medida que aumentamos "n" mas o *throughput* total mantém-se em torno dos mesmos valores.

1.3 Third Study-TCP Throughput vs UDP bitrate

Para a terceira experiência, o estudo consiste em perceber as alterações causadas pela incrementação de tráfego UDP numa situação onde existe um AP e duas STA

de tráfico UDP e TCP, respetivamente.

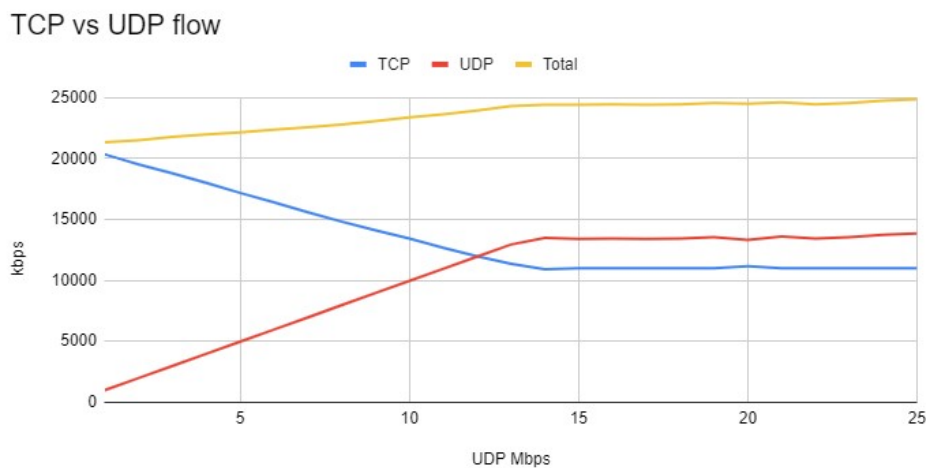


Figure 1.4: trust me dude

O gráfico obtido confirma o que apresentamos anteriormente. À medida que fomos aumentando o fluxo UDP, o fluxo TCP desceu de forma linear acompanhando em sentido inverso a subida do fluxo UDP. O protocolo UDP não possui qualquer tipo de controlo de fluxo, fazendo com que este tente sempre usar o máximo fluxo possível que lhe esteja atribuído. Por outro lado, o TCP utiliza a banda restante entre o máximo possível e a utilizada pelo fluxo UDP.

Em relação à perda de pacotes, o protocolo TCP possui uma vantagem pelo facto de se adaptar ao *throughput* disponível e de efetuar a retransmissão de pacotes, resolvendo este problema. Do lado oposto, o UDP envia os pacotes sem possuir um protocolo do tipo "*handshake*" e sem uma ordem particular. Assim, com o aumento do tráfego no meio o número de pacotes perdidos era aumentar.

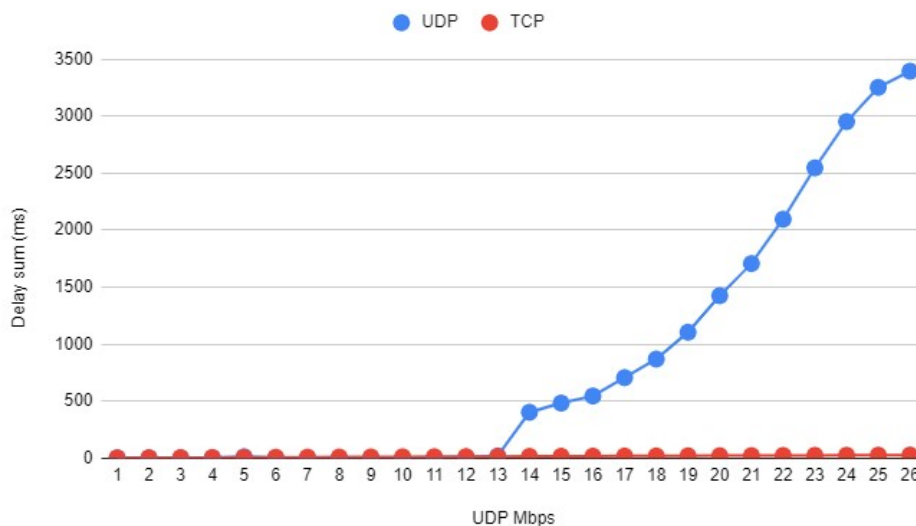


Figure 1.5: Evolução do *delay sum* com aumento do tráfico UDP

Por fim, em relação ao atraso médio dos pacotes conseguimos destacar que existe um grande aumento de atraso dos pacotes para o protocolo UDP a partir 13-14 mbps, que representa o ponto onde o congestionamento do canal atinge o

nível máximo. Vemos também que para baixos *bitrates* de UDP, o delay é baixo nos 2 protocolos, sendo o UDP ainda mais baixo. Porém, após os 13 mbps, apesar de um grande aumento no *bitrate* do UDP, o protocolo TCP consegue controlar o problema e regista apenas um pequeno aumento, sendo até difícil de visualizar no gráfico.

1.4 Fourth Study-Throughput vs Distance with relay

Na quarta e ultima experiência, o objetivo é mais uma vez perceber a relação entre o *throughput* e a distância, mas desta vez com uma diferença: a utilização de um nó de retransmissão (*relay node*) que se encontra precisamente a meio entre a STA e o AP. A utilização de um nó de retransmissão tem como resultado expectável o aumento da distância à qual se consegue manter as comunicações, que na primeira experiência não ultrapassou os 1500m. No entanto, as comunicações entre os pontos mais próximos serão prejudicadas em termos de *throughput* uma vez que o mecanismo CSMA/CA irá dividir a capacidade total pelos dois nós, fazendo com que metade da capacidade total seja usada pelo nó de retransmissão mesmo quando este não fosse necessário.

As simulações foram feitas usando incrementos de 100m entre elas tal como na primeira experiência, desde 1m até 3000m.

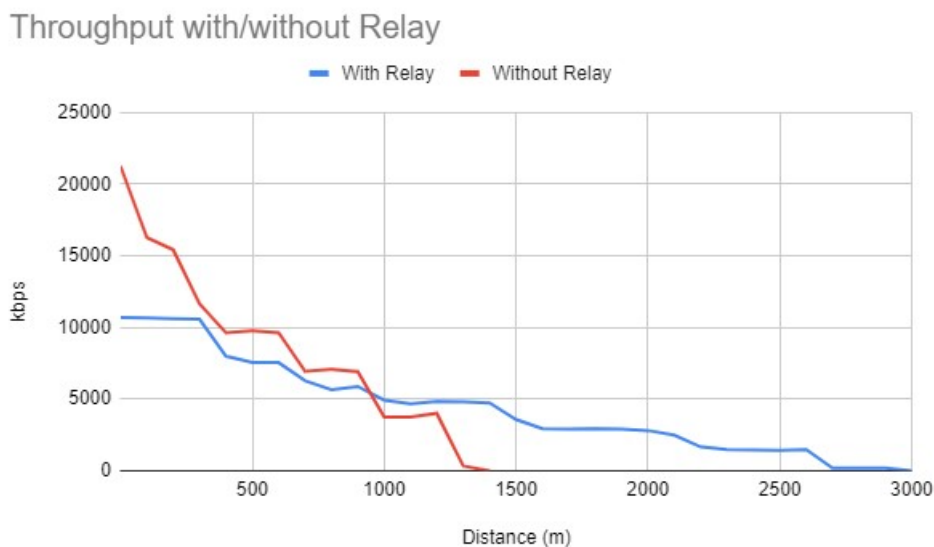


Figure 1.6

O gráfico a que chegamos corrobora o que foi dito anteriormente. O nó de retransmissão de facto aumenta para cerca do dobro a distância máxima à qual se consegue manter uma ligação, até um máximo de aproximadamente 3000m. Por outro lado, para transmissões até cerca de 1000m a utilização do nó de retransmissão é prejudicial pois o *throughput* é inferior ao da transmissão direta até aos 1000m, ponto a partir do qual apesar de ser possível uma conexão direta, é mais vantajosa a utilização do *relay*.

Resumindo, a utilização de um nó de *relay* deve ser reservada para situações com grandes distâncias entre pontos e evitada para situações de curta distância uma vez que apenas limita o *throughput* máximo.