

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA ELETROTÉCNICA E DE  
COMPUTADORES

REDES MÓVEIS E SEM FIOS

---

## Lab 3

---

*Trabalho realizado por:*

Diogo Moura

Diogo Alves

Luís Crespo

*Número:*

86976

86980

87057

*Turno L03 - Grupo 1 - 5a feira 14h:00m-15h30m*

2019/2020

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Work Description</b>	<b>1</b>
2.1	Analysis of AODV . . . . .	1
2.1.1	Run the aodv_LAB3 demo under the Static configuration. Run the simulation and watch the message exchanges until data starts to arrive at host[0]. Be sure to select a random number seed that results in a network without partitions from the sender to the receiver host. . . . .	1
2.1.2	Run the aodv_LAB3 demo under the Static configuration for 5 seconds. Compare the end-to-end delay of the packets received by host[0] using the chart associated with the rcvdPkLifetime vector statistic. Explain the results. . . . .	2
2.2	Performance of AODV and GPSR in Static Networks . . . . .	2
2.2.1	Configure a scenario where node host[99] (lower right corner) sends data to host[0] (upper left corner). The packet size is fixed at 20 octets. Measure the following quantities for AODV and GPSR: average application throughput (kbit/s), average application latency (s), average number of MAC transmitted frames per successfully received application packet (frame/packet). . . . .	3
2.2.2	Set-up a scenario similar to Q2.2.1, but at this time changing the mobility model to ConstSpeedMobility for all nodes except host[0] and host[99], which should remain stationary in the same positions. Measure the impact of average speed on the following quantities: application throughput (kbits/s), application message latency (s), average number of MAC transmitted packets per successfully received application packet (frame/packet). . . . .	4
2.2.3	Setup a similar scenario to Q.2.2.2, but at this time, there is no application traffic. Measure the total number of transmitted MAC frames, as a function of speed. Represent it in a similar chart. Explain the results. . . . .	6

# 1 Introdução

Este trabalho destina-se a estudar os processos e protocolos envolvidos nas ligações *ad hoc* e a identificar e solucionar os problemas que surgem nessas mesmas redes, por exemplo, quando os nós da rede se movimentam.

## 2 Work Description

### 2.1 Analysis of AODV

**2.1.1 Run the aodv\_LAB3 demo under the Static configuration. Run the simulation and watch the message exchanges until data starts to arrive at host[0]. Be sure to select a random number seed that results in a network without partitions from the sender to the receiver host.**

**a) Explain why ARP is used before RREP packets and never before RREQ packets.**

O AODV (*Ad-hoc On Demand Distance Vector*) é um protocolo reativo que mantém rotas *on-demand*.

Quando uma rota para um nó destino é necessária, o nó fonte faz *broadcast* de uma mensagem RREQ (*route-request*) que é então disseminada através da rede. Quando uma rota válida para o nó destino é encontrada, uma mensagem RREP (*route-reply*) é enviada de volta para o nó fonte através de uma mensagem *unicast*.

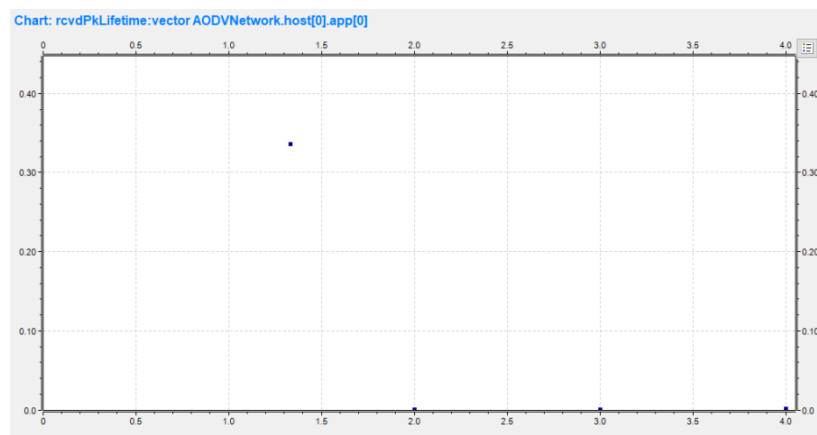
As mensagens RREP dirigidas para o nó que efetuou o pedido requerem o uso do protocolo ARP para a conversão de endereço IP para MAC para os nós do próximo salto (*next-hop nodes*). As mensagens RREQ não invocam o protocolo ARP uma vez que as mesmas são enviadas para a rede através de *broadcast*, fazendo *flooding* da rede.

**b) Explain why ARP Reply packets are acknowledged at the MAC layer and ARP Request packets are not.**

Como os pacotes ARP *Request* são enviados através de *broadcast*, o recetor desses pacotes não envia *acknowledge* quando os recebe. Pelo contrário, os pacotes ARP *Reply* são enviados através de *unicast* e o recetor envia *acknowledge* para confirmar a correta receção do pacotes.

**2.1.2 Run the aodv\_LAB3 demo under the Static configuration for 5 seconds. Compare the end-to-end delay of the packets received by host[0] using the chart associated with the rcvdPkLifetime vector statistic. Explain the results.**

Correu-se o cenário e obteve-se a estatística da Figura 1. Observa-se que durante o primeiro segundo de simulação não ocorre nenhuma troca de pacotes visto que não há tráfego da aplicação. A partir desse instante começa o tráfego de pacotes. O primeiro pacote a chegar ao destino (*host[0]*) é o que demora mais tempo, isto acontece porque é realizado *route discovery* no primeiro pacote e não é necessário realizar nos restantes pacotes pois a rede não foi alterada. Só é realizado *route discovery* no primeiro pacote porque este protocolo é puramente reativo, ou seja, apenas faz *route discovery* caso a rede se tenha alterado ou a sua situação seja desconhecida no momento do envio do tráfego da aplicação.



**Figura 1:** *rcvdPkLifetime* vector statistic.

## 2.2 Performance of AODV and GPSR in Static Networks

O AODV é um protocolo puramente reativo, ou seja, as rotas são calculadas quando necessárias. Portanto, quando um nó deseja enviar um pacote, verifica a sua *routing table* para determinar se tem um nó para o destino, em caso positivo envia o pacote para o próximo nó, caso contrário inicia *route discovery*.

O GPSR é um protocolo de *routing* geográfico. Este tipo de protocolos faz *routing* com base na posição, onde cada nó necessita de saber a posição do nó vizinho. O protocolo GPSR utiliza *beaconing* periódico para manter atualizada a informação geográfica dos nós vizinhos no seu raio de transmissão. *Greedy forwarding* é utilizado para fazer *routing*, com base nos nós vizinhos e topologia da rede. Quando não é possível realizar *greedy forwarding*, os pacotes são transmitidos através do perímetro da região, mantendo-se informação do *status* da topologia local.

**2.2.1** Configure a scenario where node `host[99]` (lower right corner) sends data to `host[0]` (upper left corner). The packet size is fixed at 20 octets. Measure the following quantities for AODV and GPSR: average application throughput (kbit/s), average application latency (s), average number of MAC transmitted frames per successfully received application packet (frame/packet).

### Application latency

Esta medida é obtida diretamente a partir da estatística *rcvdPkLifetime*, que apresenta o tempo de vida dos pacotes.

### Average application throughput

O *average application throughput* é calculado da seguinte forma:

$$AvgAppThroughput(bit/s) = \frac{bitsReceived}{transmissionTime} = \frac{packetsReceived * packetSize(bytes) * 8}{(endTime - startTime)} \quad (1)$$

### Average number of MAC transmitted frames per successfully received application packet

Esta medida é calculada da seguinte forma:

$$AvgMACRetries(frame/packet) = \frac{\sum_{transmitter} packetsSentToLower(transmitter)}{packetReceived(count)} \quad (2)$$

Simulou-se o cenário estabelecido e com os dados obtidos e as equações 1 e 2 preencheu-se a Tabela 1. Verificou-se que utilizando o AODV todos os pacotes foram recebidos (20) enquanto que utilizando o GPSR isso não se verificou. Como a rede é estática e não se encontra saturada, o *throughput* dos dois protocolos é semelhante. No entanto, o protocolo GPSR apresenta perda de pacotes, pelo que o *throughput* é ligeiramente inferior. Isto porque existe interferência entre os pacotes de dados e as mensagens hello dos nós, que anunciam as suas posições geográficas.

A latência é maior no caso do AODV porque é realizado *route discovery* quando são enviados os pacotes, o que não acontece no caso do GPSR visto que os nós conhecem previamente a topologia da rede devido ao *beaconing* periódico sendo encaminhados imediatamente através do *greedy routing*.

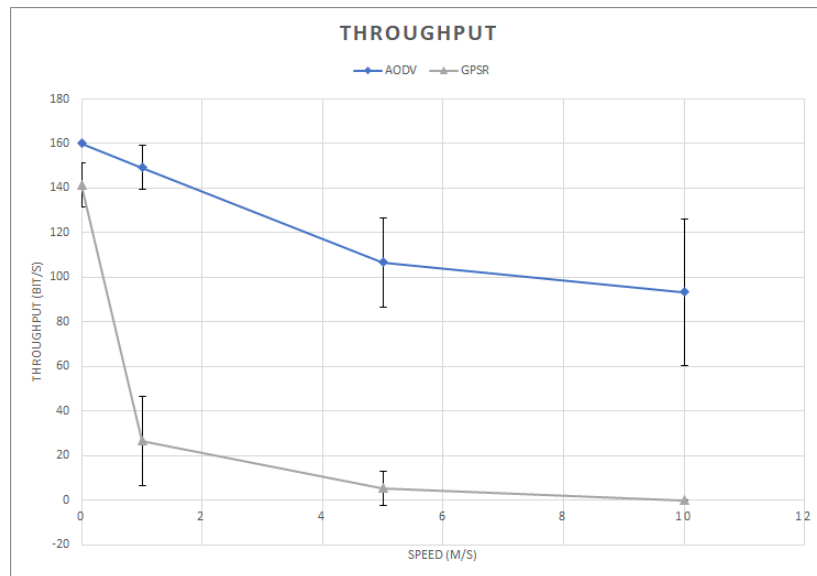
Em relação ao rácio de frames MAC transmitidos pelo número de pacotes recebidos corretamente verifica-se que este é superior no caso do GPSR pois este realiza o *beaconing* periódico que envolve ligeiramente mais comunicações do que o *route discovery* e porque são perdidos pacotes no GPSR.

**Tabela 1:** *Distribuição dos Chunks de acordo com o tamanho*

Protocolo	repetição	throughput(kbit/s)	latency(s)	frame/packet
AODV	0	0.16	0.2289	32.95
	1	0.16	0.1043	34.75
	2	0.16	0.1062	35,1
GPSR	0	0.152	0.0049	36
	1	0.16	0.0046	33.6
	2	0.136	0.0042	60.7

**2.2.2** Set-up a scenario similar to Q2.2.1, but at this time changing the mobility model to **ConstSpeedMobility** for all nodes except `host[0]` and `host[99]`, which should remain stationary in the same positions. Measure the impact of average speed on the following quantities: application throughput (kbits/s), application message latency (s), average number of MAC transmitted packets per successfully received application packet (frame/packet).

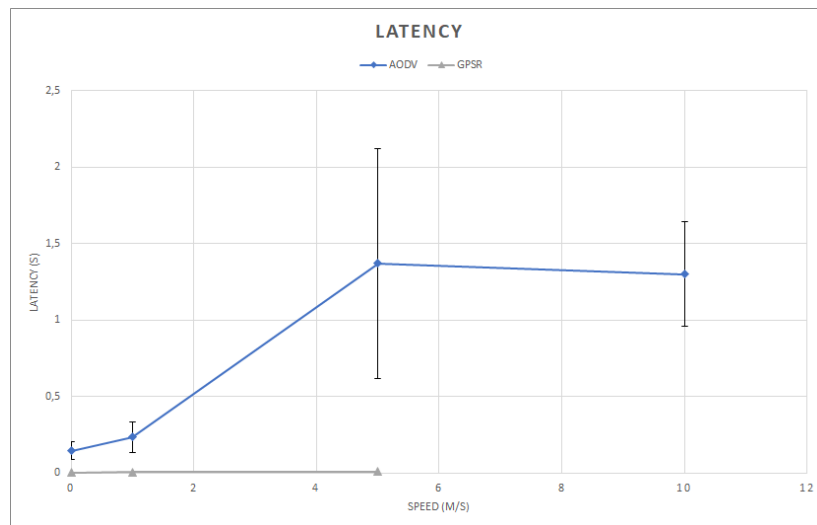
Correndo os cenários em que os nós têm mobilidade, com velocidades de 0, 1, 5 e 10 m/s, para os protocolos AODV e GPSR, foram obtidos os gráficos das figuras 2, 3 e 4.



**Figura 2:** *Throughput em função da velocidade dos nós, para os protocolos AODV e GPSR*

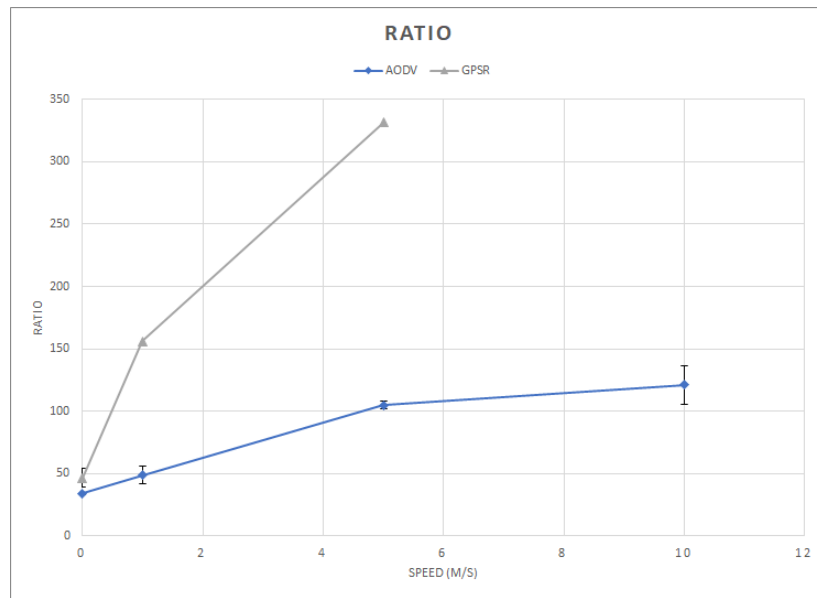
Quanto ao gráfico do *throughput* em função da velocidade, verifica-se que o AODV tem valores de

*throughput* sempre superiores ao GPSR, sendo que em ambos os protocolos os valores decrescem à medida que a velocidade aumenta, chegando o GPSR a ter *throughput* igual a 0 para uma velocidade de 10 m/s. Para o caso do AODV, o *throughput* diminui com a velocidade, uma vez que diminui o número de pacotes que chegam ao destino. Isto acontece porque à medida que os nós da rede se movimentam com maior velocidade, as ligações entre nós partem-se mais facilmente, o que faz com que seja perdido mais tempo a reconstruir a rede, sempre que seja necessário fazer *routing* de um pacote, e então existem pacotes que não chegam ao destino no instante em que termina a simulação. Já para o GPSR, o *throughput* é afetado ainda mais pela velocidade dos nós. Neste caso, como o *routing* dos pacotes depende do *beaconing* periódico de localização, se este não for frequente o suficiente tendo em conta a velocidade dos nós, existirão pacotes que poderão ser perdidos, quando um nó tenta enviar um pacote para um outro que deixou de estar ao seu alcance.



**Figura 3:** Latência em função da velocidade dos nós, para os protocolos AODV e GPSR

Para a latência, verifica-se que para o GPSR esta é praticamente nula, independentemente da velocidade dos nós, uma vez que como é usado o *greedy routing*, os pacotes são encaminhados imediatamente. Já para o AODV, as rotas são atualizadas em tempo real, e quanto maior a velocidade dos nós, mais alterações existem na topologia, e em consequência mais tempo é perdido na construção da rede, o que faz aumentar a latência média.



**Figura 4:** *Rácio de frames MAC transmitidos pelo número de pacotes recebidos corretamente em função da velocidade dos nós, para os protocolos AODV e GPSR*

Quanto ao rácio de frames MAC transmitidos pelo número de pacotes recebidos corretamente, verifica-se que este aumenta quando a velocidade dos nós aumenta, tanto para o GPSR como para o AODV. Para o AODV é compreensível que isto aconteça uma vez que, como já foi dito, quanto maior for a velocidade, maior é a probabilidade de um link se desfazer e será necessário mais *overhead* para reestabelecer a rede. Já para o GPSR, verifica-se que o número de frames MAC total transmitidos não sofre grande alteração em função da velocidade dos nós - o facto de o rácio aumentar prende-se sim com o facto de o número de pacotes recebidos ir diminuindo com a velocidade.

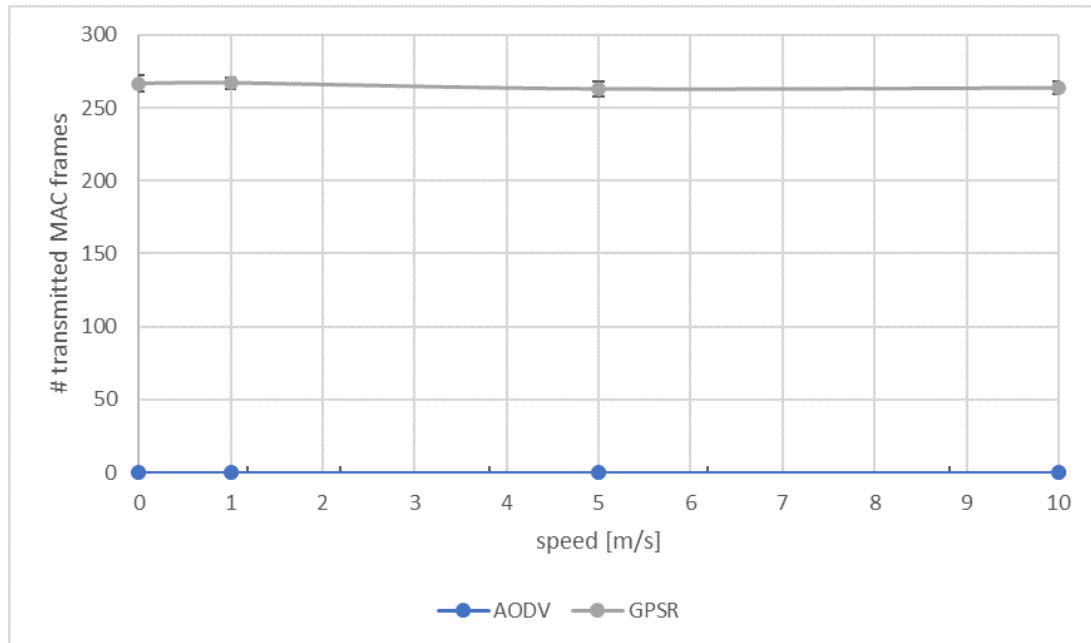
**2.2.3 Setup a similar scenario to Q.2.2.2, but at this time, there is no application traffic. Measure the total number of transmitted MAC frames, as a function of speed. Represent it in a similar chart. Explain the results.**

Simulou-se o cenário estabelecido anteriormente mas removendo o tráfego da aplicação. O número total de MAC *frames* transmitidas em função da velocidade está representado na Figura 5 para os diferentes protocolos. Observa-se que não é transmitido nenhum *frame* no protocolo AODV o que não acontece no protocolo GPSR. Este comportamento é explicado pelo facto do AODV apenas descobrir as rotas quando necessário, ou seja, quando um nó deseja enviar um pacote, como não há envio de pacotes, não há frames.

Como o protocolo GPSR envia informação sobre a posição geográfica dos nós periodicamente e não apenas quando há tráfego ao nível da aplicação, verificamos que os MAC *frames* transmitidos resultam da



transmissão dessa informação. O número é praticamente constante devido à troca periódica de posições.



**Figura 5:** *MAC frames transmitidos pelos protocolos AODV e GPSR em função da velocidade dos nós, para 100 nós na rede, estando dois nós a comunicar (nós 0 e 99)*