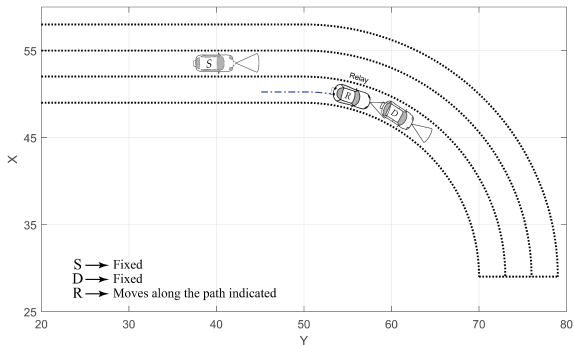


Internet das Coisas e Redes Veiculares (TP-546)

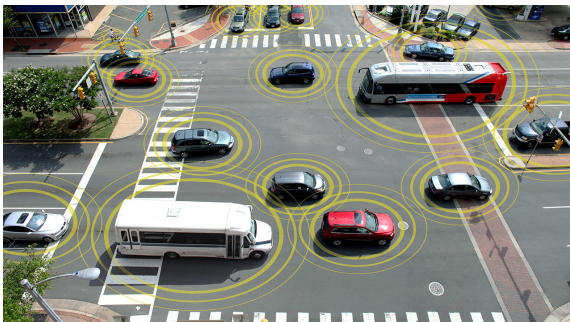
Samuel Baraldi Mafra

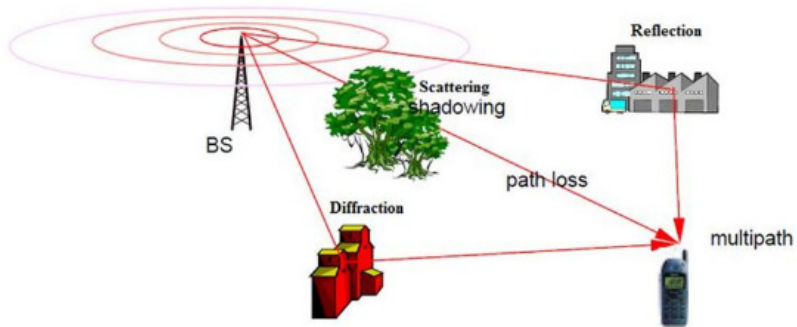


Redes cooperativas



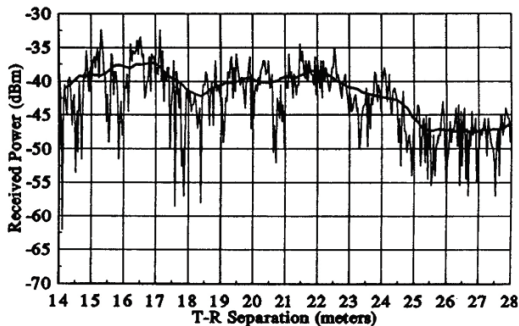
A comunicação veicular permite que os veículos compartilhem diferentes informações sobre congestionamentos, condições meteorológicas e prevenção de acidentes.



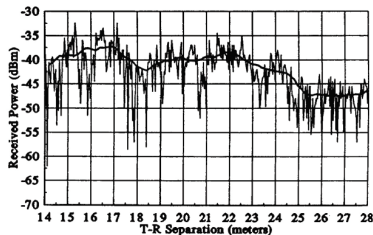


Larga Escala vs Pequena Escala

- Perda de percurso (path loss): descreve a potência média recebida \overline{P}_r ;
- Desvanecimento (fading): descreve o comportamento da potência instantânea recebida P_r



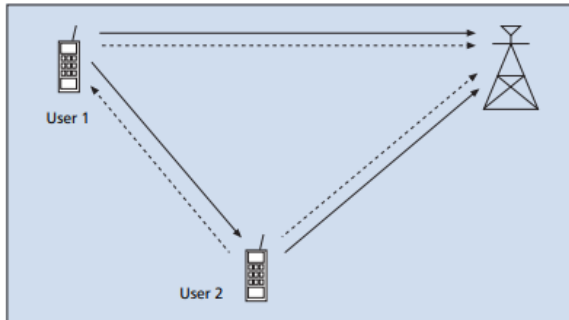
- Quando um móvel se desloca, mesmo em distâncias muito pequenas, a potência instantânea do sinal pode sofrer flutuações;
- A razão disso são os multipercursos: O sinal recebido é a soma (construtiva/destrutiva) de diversas contribuições com fases distintas;
- A potência do sinal recebido pode variar consideravelmente.



Fatores físicos ligados aos multipercursos:

- Presença de objetos refletores e “espalhadores” no canal.
- Movimento relativo entre o transmissor e o receptor.
- Movimento relativo entre os objetos presentes no canal e o transmissor e/ou receptor.
- Largura de faixa do sinal transmitido em relação à largura de faixa do canal.

- A comunicação cooperativa refere-se ao processamento de informação ouvida nos nós circundantes e retransmissão para o destino para criar diversidade espacial.
- Uso de um ou mais nós retransmissores para cooperar com a transmissão entre fonte e destino.



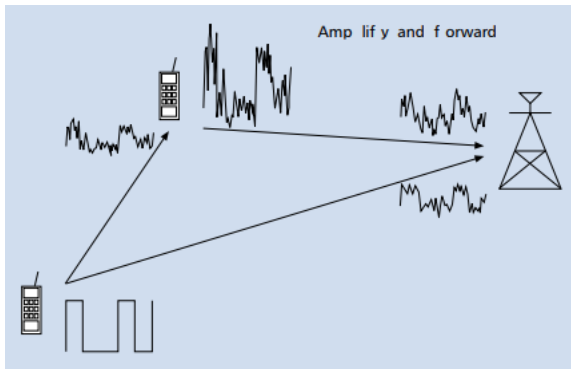
- Com a comunicação cooperativa é possível obter o mesmo ganho de diversidade de sistema com múltiplas antenas mas com nós com somente uma antena.
- Dificuldade de incluir múltiplas antenas nos aparelhos.

Protocolos de comunicação:

- Decodifica e encaminha (DF);
- Amplifica e encaminha (AF).
- Armazena, carrega e encaminha (SCF)

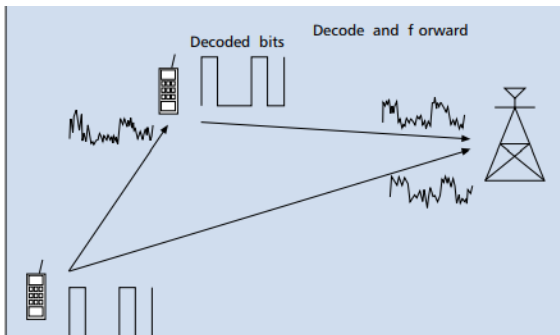
Amplifica e encaminha:

- Mais simples implementação;
- Há a amplificação tanto do sinal como dos ruídos.



Decodifica e encaminha:

- O nó retransmissor tenta decodificar a mensagem e depois retransmite;
 - decodifica e encaminha fixo (FDF);
 - decodifica e encaminha seletivo (SDF);
 - decodifica e encaminha incremental (IDF).



Em uma rede veicular tanto os veículos como as infraestruturas (RSU) podem ser retransmissores:



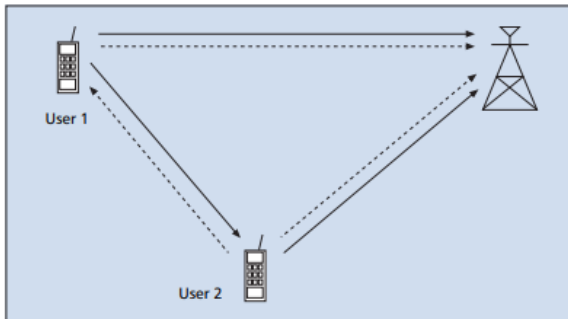
- Um veículo pode fornecer assistência a outros veículos com transmissões diretas com falha.
- Da mesma forma, um veículo pode ajudar uma RSU a retransmitir seus pacotes para outros veículos, que estão fora da faixa de transmissão da RSU.
- A RSU e o nó do veículo estão envolvidos na transmissão de pacotes com falha. Para exemplo, quando um RSU de origem falha em transmitir com sucesso um pacote para o destino alvo, ele encaminha o pacote para o próximo RSU ao longo do caminho usando o backhaul conexão com fio. O novo RSU retransmite o pacote recebido para um veículo, movendo-se em direção ao destino alvo, que carrega e transmite o pacote retransmitido quando está em transmissão intervalo do destino pretendido.

Modos de operação:

- Half-duplex;
- Full-duplex.

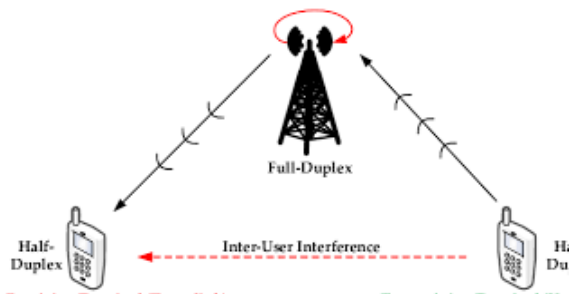
Half-duplex

- A comunicação ocorre em duas fases.
- Fonte-relay;
- Relay-destino.



Full-duplex

- As transmissões ocorrem simultaneamente;
- Em RF, há o aparecimento de auto-interferência.

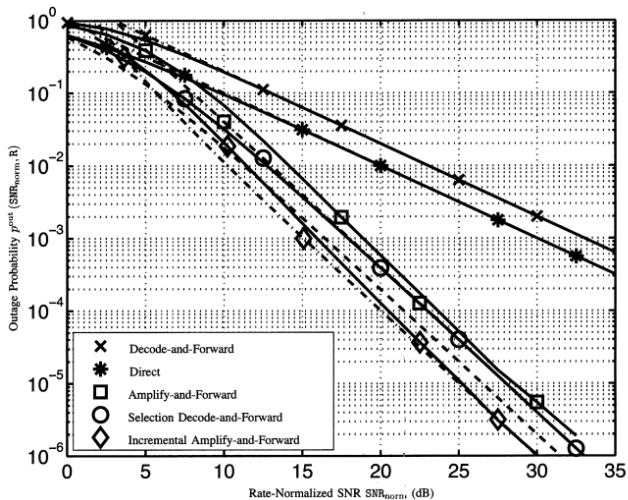


Cancelamento de auto-interferência

- Isolamento de antenas;
- Cancelamento com uso de técnicas analógicas e digitais.

Métricas

- Probabilidade de outage: probabilidade de que a relação sinal ruído SNR recebida ou a taxa de dados recebidos estejam abaixo de um certo valor.



¹J. N. Laneman, D. N. C. Tse and G. W. Wornell, "Cooperative diversity in wireless networks: Efficient protocols and outage behavior," in IEEE Transactions on Information Theory, vol. 50, no. 12, pp. 3062-3080, Dec. 2004, doi: 10.1109/TIT.2004.838089.

Múltiplos retransmissores

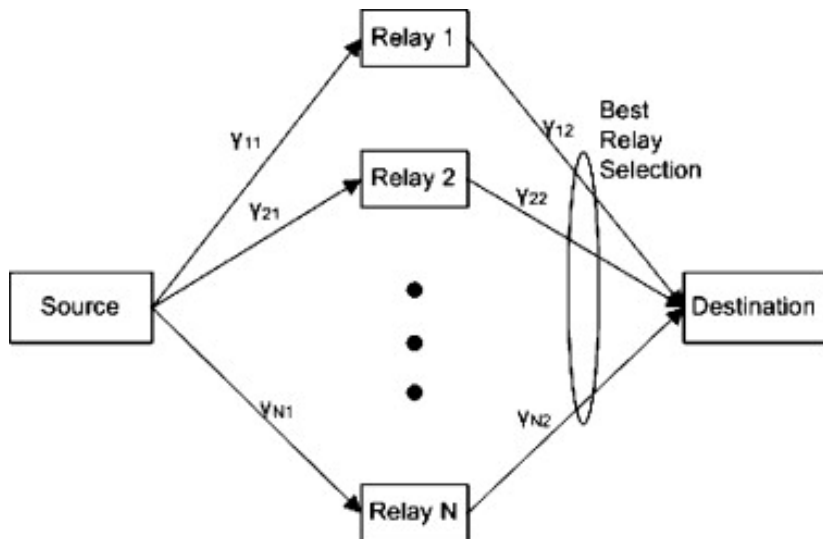
- Há um ganho com uso de cooperação com apenas um relay;
- Como é o desempenho quando aumentamos o número de possíveis retransmissores;
- Como escolher o melhor né retransmissor?

Seleção de retransmissores:

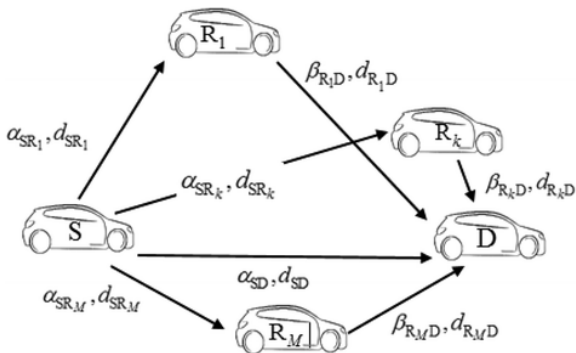
- Centralizada ;
- Distribuída.

Seleção de retransmissores:

- Proativa: o nó fonte possui informações dos canais e escolhe o melhor relay de acordo com este conhecimento.
- Reativa: O nó fonte envia a informação para todos os nós relays e o que tiver uma métrica melhor retransmite.



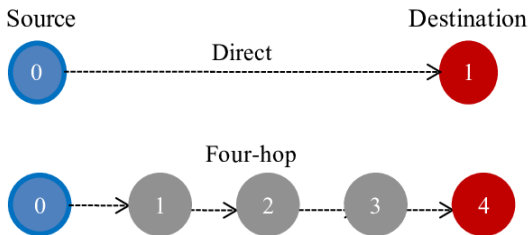
Considerando apenas as distâncias qual é o melhor relay?



Proativa:

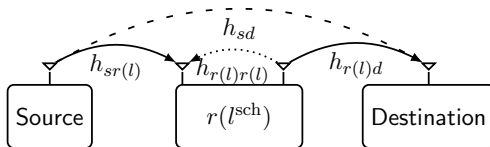
- Técnica max-min: Selecionar o melhor relay nesta técnica é escolher o relay que possui o melhor pior canal instantâneo.
- Seleciona o pior canal para cada relay;
- Seleciona o relay com melhor métrica.
- A melhor posição é deixar o relay em linha na metade da distância entre fonte e destino.

Como se controla a taxa de transmissão em uma rede multihop ?



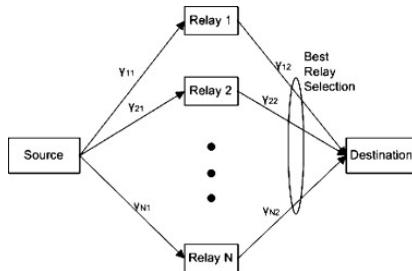
Samuel Baraldi Mafra, Evelio MG Fernandez, and Richard Demo Souza. "Performance analysis of full-duplex cooperative communication in vehicular ad-hoc networks." IFAC-PapersOnLine 49.30 (2016): 227-232.

Modelo do sistema:

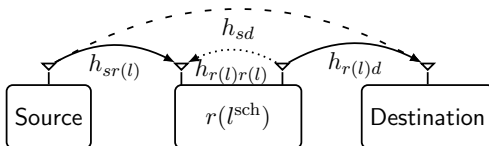
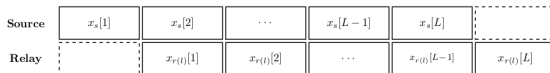


Seleção de relays:

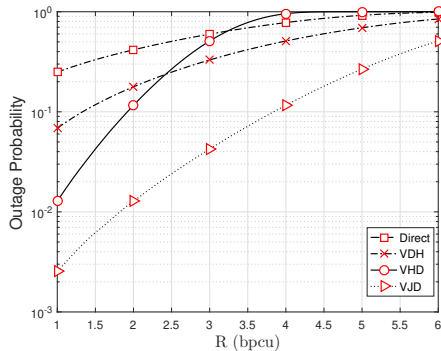
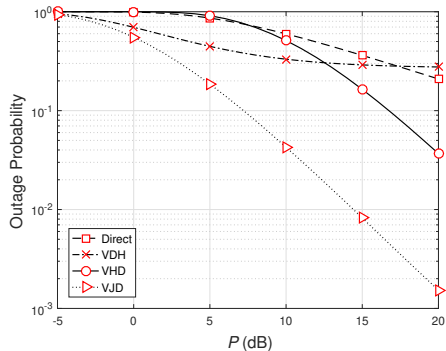
- Os relays estão em cluster, ou seja, a mesma distância todos para o destino.
- O relay que tiver o melhor pior enlace vai ser escolhido;



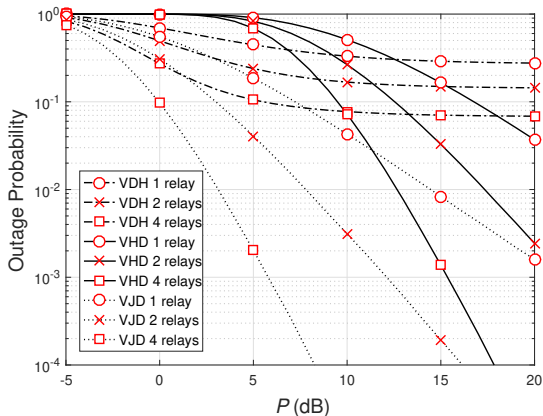
Decodificação conjunta de pacotes:



Probabilidade de outage em função de P e \mathcal{R}



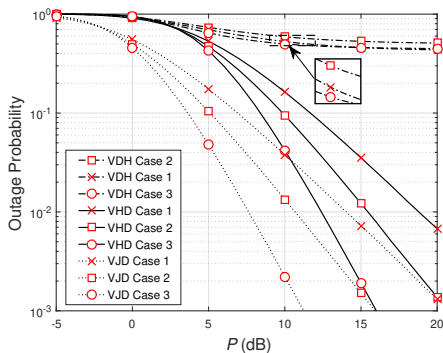
Comparação para diferentes números de retransmissores



Comparação para diferente parâmetros de desvanecimento do canal

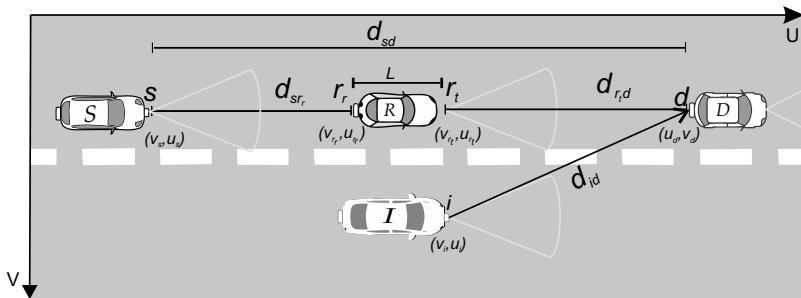
Scenarios

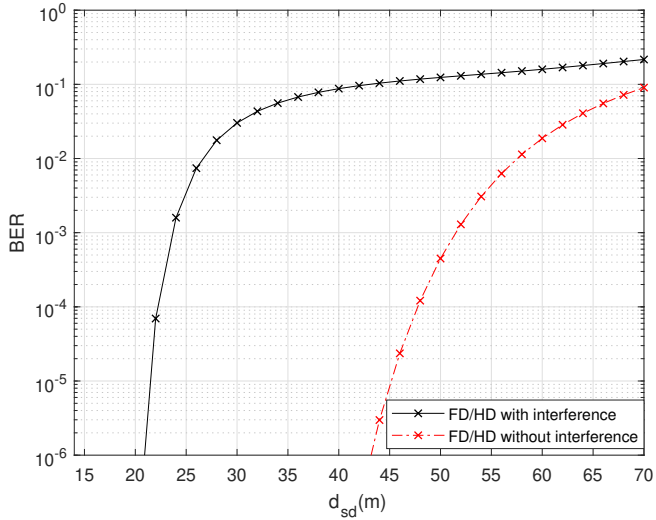
- Caso 1: Desvanecimento Sub-Rayleigh para o link origem-destino e desvanecimento Rayleigh para os outros links;
- Caso 2: desvanecimento de Rayleigh para todos os links;
- Caso 3: Links fonte-relay e relay-destino com alguma linha de visão e desvanecimento de Rayleigh para os outros links.

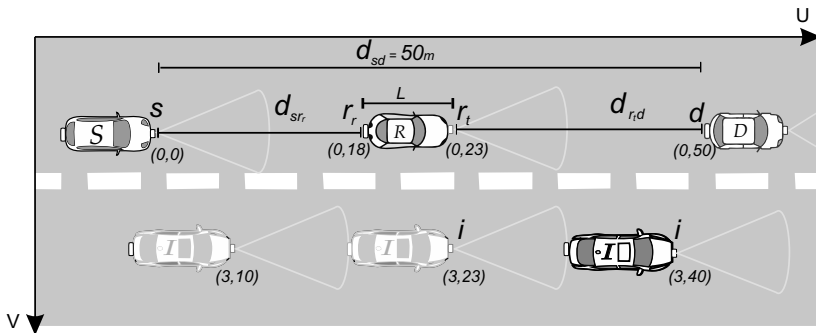


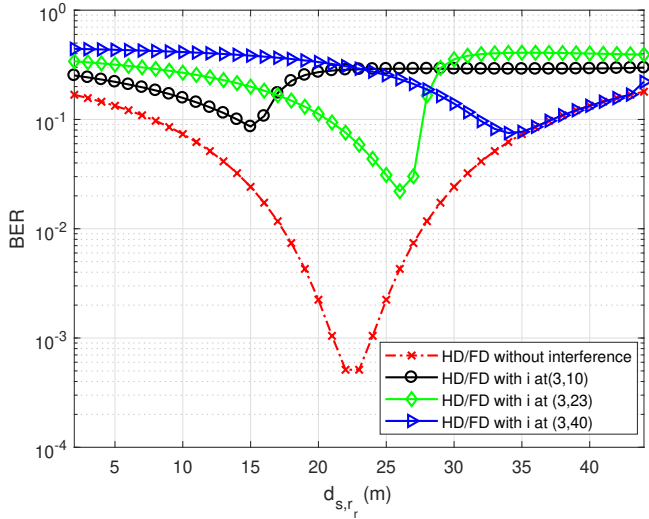
Comunicação com luz visível

Zúniga, Diego J. Cuba, et al. "Visible Light V2V Cooperative Communication Under Environmental Interference." SBrT (2019).

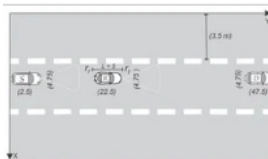




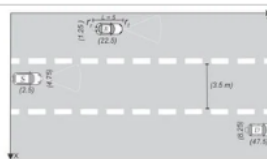




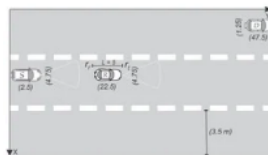
Cuba-Zúñiga, D.J.; Mafra, S.B.; Mejía-Salazar, J.R. Cooperative Full-Duplex V2V-VLC in Rectilinear and Curved Roadway Scenarios. *Sensors* 2020, 20, 3734.



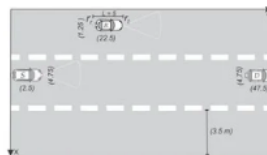
(a) Scenario A.



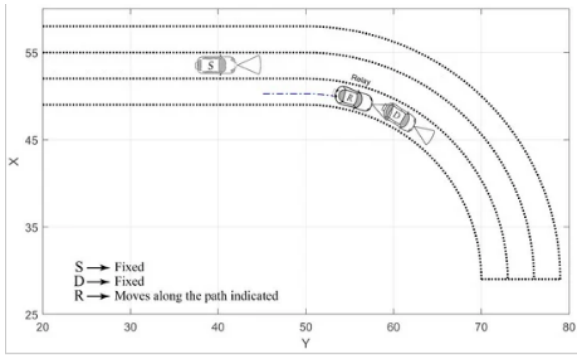
(b) Scenario B.



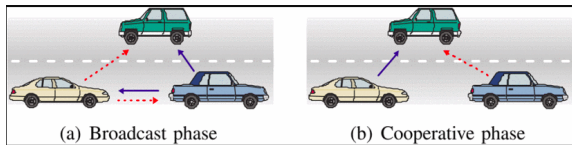
(c) Scenario C.



(d) Scenario D.

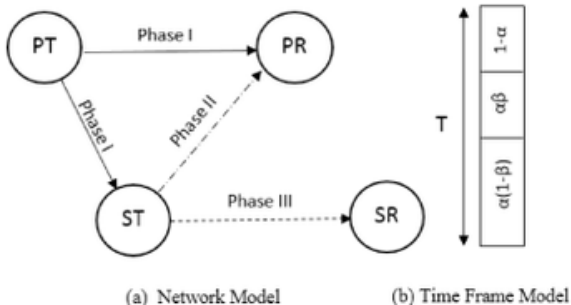


Codificação de rede

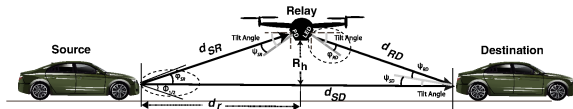


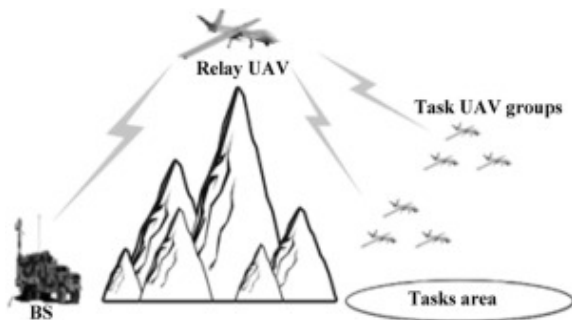
O. K. Rayel, J. L. Rebelatto, R. D. Souza and B. F. Uchoa-Filho, "Network Coding for Cooperative MIMO Vehicular Ad-Hoc Networks," 2013 IEEE 78th Vehicular Technology Conference (VTC Fall), Las Vegas, NV, 2013, pp. 1-5, doi: 10.1109/VTCFall.2013.6692301.

Cooperação em rede cognitiva

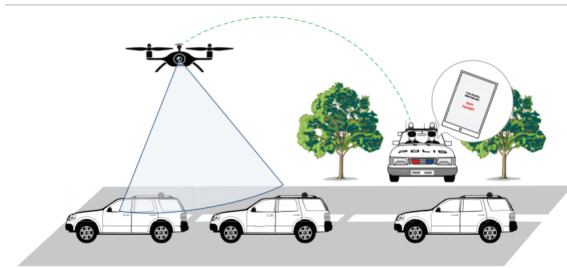


Uso de drones em redes veiculares:





Monitoramento de veículos



H. Menouar, et. al, UAV-Enabled Intelligent Transportation Systems for the Smart City: Applications and Challenges, IEEE Commun. Mag., Mar. 2017

