

# Análise comparativa de transmissão de vídeo em redes veiculares utilizando padrões IEEE 802.11g e IEEE 802.11p

Francisco Ademilton<sup>1</sup>, Igor Ruiz<sup>1</sup>, Tássio Carvalho<sup>1</sup>, José Jailton<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Pará (UFPA)  
CEP 68746-630 – Castanhal – PA – Brazil

Faculdade de Computação – FACOMP – Universidade Federal do Pará  
Castanhal, PA – Brazil.

{franchicoengecomp, ruiz.igor}@gmail.com, {tassio, jjj}@ufpa.br

**Abstract.** *This paper proposes a comparative performance analysis of the IEEE 802.11g and IEEE 802.11p standards in video transmission so that it is possible to identify the behavior of both in a V2V (Vehicle-to-Vehicle) scenario aiming at a better cost-benefit and a new option connectivity. For this, the network scenarios were simulated using the Network Simulator 2 - NS-2 tool, and obtained the Peak to Signal-to-Noise Ratio (PSNR), SSIM (Structural SIMilarity) and VQM (Video Quality Metric) metrics of the MSU Video Quality Measurement Tool, which were confronted by both standards, showing us which one showed the best performance.*

**Resumo.** *Este artigo propõem uma análise comparativa de desempenho dos padrões IEEE 802.11p e IEEE 802.11g na transmissão de vídeos para que seja possível identificar o comportamento de ambos em um cenário V2V (Vehicle-to-Vehicle) visando um melhor custo-benefício e uma nova opção de conectividade. Para isso os cenários de redes foram simulados por meio da ferramenta Network Simulator 2 - NS-2, e obtido as métricas de PSNR (Peak to Signal-to-Noise Ratio), SSIM (Structural SIMilarity) e VQM (Video Quality Metric) através da ferramenta MSU Video Quality Measurement Tool, as quais foram confrontadas de ambos os padrões, mostrando-nos qual deles demonstrou um melhor desempenho.*

## 1. Introdução

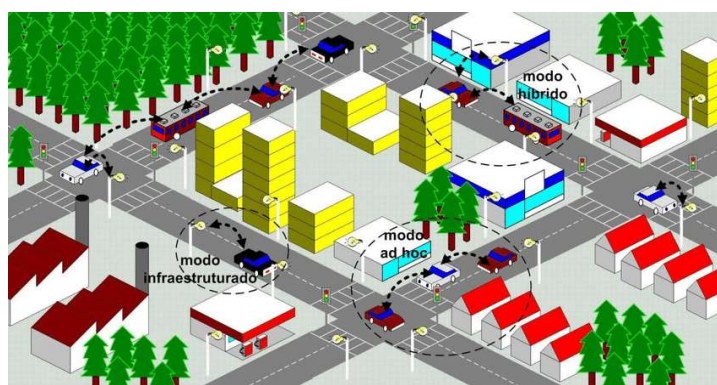
Visando solucionar problemas como os acidentes automobilísticos, pesquisadores e grandes montadoras vem desenvolvendo um trabalho incansável a fim de melhorar a segurança de seus veículos e a condição de trânsito nas cidades.

Segundo Pereira (2007, p. 4), os Sistemas Inteligentes de veículos propõem o aprimoramento do uso da infraestrutura de transportes, devido ao aumento comprovado da mobilidade urbana, através de aplicações em diferentes áreas de atuação, utilizando as redes de computadores, a evolução dos equipamentos portáteis e conceitos como as redes veiculares Ad-Hoc, mais conhecidas como VANETs.

As redes veiculares possuem uma dinâmica que permite a comunicação entre veículos e entre veículos e infraestrutura. Na rede Ad-Hoc, a comunicação é realizada

diretamente entre veículos (V2V - Vehicle-to-Vehicle), e entre veículos e infraestrutura (V2I - Vehicle-to-Infrastructure). No entanto, o ambiente veicular possui características específicas que nos impõem uma série de desafios para a implementação desta tecnologia (Soares et al. 2016).

De acordo com Zeadally et al. (2010, p. 17), implantar e testar VANETs pode torna-se uma tarefa complexa e onerosa, pois a quantidade de veículos necessários, e as adaptações em situações de trânsito real elevam os custos dos testes de campo, além de exigir uma extensa fase de testes. Isso torna a utilização de simuladores veiculares indispensáveis e mais atraentes. A Figura 1 exemplifica um ambiente de redes veiculares (Alves. 2009).



**Figura 1. Exemplo de um cenário e arquitetura de uma rede veicular**

Neste artigo propomos uma análise comparativa entre o desempenho dos padrões IEEE 802.11g e IEEE 802.11p, utilizando o protocolo de roteamento *Ad Hoc On Demand Distance Vector Routing* (AODV) e por meio do simulador de redes *Network Simulator* (NS-2), averiguar qual dos padrões demonstra um melhor desempenho na transmissão de vídeo, tendo como principal métrica de avaliação o QoE (*Quality of Experience*).

Este artigo apresenta a seguinte estrutura: A seção 2 discute os trabalhos relacionados ao tema deste artigo. A Seção 3 apresenta o ambiente de simulação. A análise dos resultados das simulações realizadas no ns-2 por meio das métricas de qualidade de vídeo, são apresentados na Seção 4. Finalmente, a seção 5 apresenta a conclusão e os trabalhos futuros.

## 2. Trabalhos relacionados

Esta seção aborda trabalhos relacionados quanto a propostas de aperfeiçoamento da qualidade da comunicação de redes veiculares.

O trabalho descrito em Gonçalves et al (2016), e proposto uma variação da RAdNet para ambientes veiculares (RAdNet – VE), utilizado diferentes padrões como IEEE 802.11p e o IEEE 802.11n. Diferente de nossa proposta que em busca de melhora na rede compara desempenho de padrões para saber qual se adéqua melhor.

Em Dias (2012), é estudado dos protocolos de mobilidade o MIPv6 e o PMIPv6, como objetivo de saber qual apresenta melhor desempenho durante o handover e qual se

adapta melhor a VANETs, Para tal utilizaram-se três tecnologias: IEEE 802.11p, IEEE 802.11g e o 3G. Não foi analisado nenhum desempenho de padrões de rede com relação a transmissão de dados.

Em nenhum dos trabalhos citados anteriormente realiza-se comparação de desempenho de padrões em busca de uma melhor performance em transmissão de dados nas redes veiculares. Considerando as limitações dos trabalhos listados, este artigo apresenta e avalia uma solução para prover uma melhor comunicação em redes veiculares de baixo custo.

### 3. Ambiente de Simulação

O NS-2 é um simulador de eventos discretos de código fonte aberto, que lançar mão de duas linguagens de programação para compor as simulações. Para construção de sua estrutura básica (e.g., agentes, protocolos, etc.), é aplicada a linguagem orientada a objetos C++, que apresenta maior praticidade e velocidade na implementação desses recursos, aprimorando o desempenho da memória também. Já para interface com o usuário, definição de parâmetros e manipulação de objetos, faz-se uso da linguagem OTCL (Objectoriented Tool Command Language), que por ser interpretada, facilita as corriqueiras modificações de ajustes nos parâmetros que são configurados nos *scripts*, necessários para simular o cenário, sem a necessidade de recompilar.

#### 3.1. Descrição do Cenário

Para as simulações, foi utilizado apenas um tipo de topologia para se obter com precisão o desempenho de cada padrão. Neste ambiente, como mostra a Figura 2, os nós foram distribuídos aleatoriamente por uma área de tamanho 600x300 metros, visando simular um cenário cotidiano de trânsito de centros urbanos. Inicialmente os nós apresentavam uma distância no eixo X de 150 metros e no eixo Y de 100 metros entre si, tendo como nó transmissor o nó (0) e receptor final o nó (9). A ferramenta utilizada para visualizar o cenário simulado foi o NAM Console v1.15, recurso este disponível no NS-2. A Figura 2 demonstra este cenário.



Figura 2. Cenário com 10 nós aleatoriamente distribuídos.

A rede foi simulada de acordo com as definições dos padrões IEEE 802.11g e IEEE 802.11p, utilizando-se de tráfego o *myevalvid*, e pacotes com 1052 bytes de tamanho. Filas do tipo *DropTail* com limite máximo de 5000000000 pacotes também foram definidas. Para o modelo de propagação de ondas de rádio, adotou-se o *TwoRayGround*, que considera tanto o caminho direto de comunicação quanto as reflexões do solo. O protocolo de roteamento empregado foi o AODV e, mantemos estáveis a quantidade de nós. O vídeo transmitido originalmente em formato YUV, é preparado com auxílio de algumas ferramentas (*etmp4*, *ffmpeg*, *MP4Box* e *mp4trace*) para que fique no formato suportado para transmissão no NS-2

### 3.1.2. Configuração de Velocidade dos nós

Segundo Hernandez et al. (2015). O aumento da velocidade dos nós influi negativamente no estabelecimento de caminhos de comunicação em redes móveis ad hoc, particularmente em redes veiculares. Sendo assim definimos três parâmetros de velocidade para serem submetidos em nossas simulações conforme Tabela 1.

<b>Velocidade Baixa</b>	Abaixo 5 m/s
<b>Velocidade Média</b>	Entre 5 m/s e 10 m/s
<b>Velocidade Alta</b>	Acima 10 m/s

**Tabela 1. Configurações básicas da simulação.**

De acordo com Junior et al. (2008). É considerado de baixa mobilidade ou velocidade, nós que apresentam mobilidades inferior a 5 m/s, de média mobilidade nós que estão acima de 5 m/s e inferior a 10 m/s e alta mobilidade nós que estão a partir de 10 m/s.

## 4. Análise de Resultados

Os resultados comparativos entre as métricas de qualidade de vídeo (PSNR, VQM e SSIM), obtidos através das simulações referentes aos dois padrões citados anteriormente, são expostos por meio de gráficos.

### 4.1. Valores de PSNR obtidos.

A relação sinal-ruído de pico, também expressa como PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) é um termo utilizado na engenharia para definir a relação entre a máxima energia de um sinal e o ruído que afeta sua representação fidedigna. Devido muitos sinais terem amplitude dinâmica, PSNR é normalmente expressa por uma escala logarítmica cuja unidade é o decibel. O uso mais comum de PSNR é como medida quantitativa da qualidade de reconstrução no campo de compressão de imagem (Vatolin et al. 2001-2018).

Foram realizadas simulações de transmissão de um arquivo de vídeo, originalmente contendo 298 frames, com as velocidades apresentadas na seção 3.1.2. Na Figura 3, notamos um desempenho superior do padrão P em todas as situações de

simulações propostas. Em baixa velocidade o padrão P apresenta valor de PSNR igual à 43,05779 e o padrão G igual à 26,90046255, em média velocidade o valor para o padrão P é igual à 43,05379 e o de G é igual à 25,44909903, por fim em alta velocidade o padrão P apresenta o valor de 43,05379 enquanto que o padrão G apresentou o valor de 25,44909903 não havendo alterações com relação a velocidade dos nós anterior.

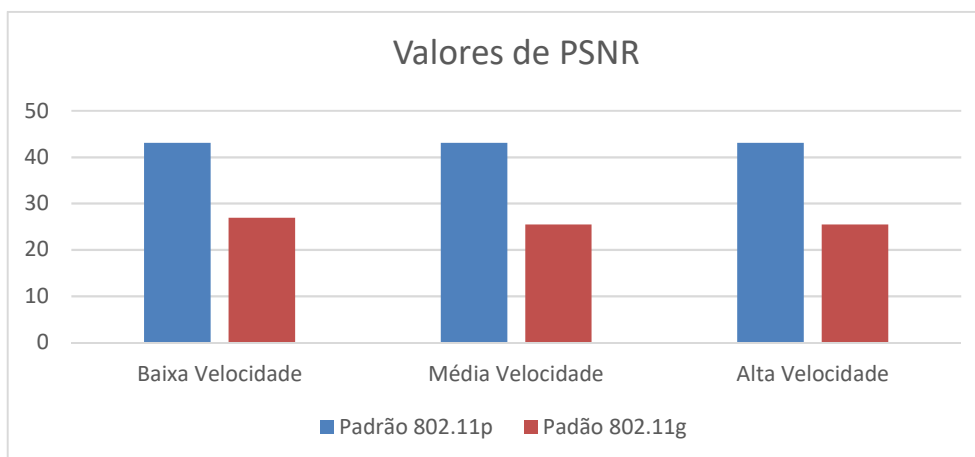


Figura 3. Gráfico com os valores de PSNR

#### 4.2. Valores de SSIM obtidos

Segundo Vatolin et al.(2001-2018), O índice SSIM baseia-se na medição de três componentes (semelhança de luminância, semelhança de contraste e semelhança de estrutura) que combina-os no valor do resultado, onde 1 é o valor máximo de qualidade apresentado.

Na Figura 4, evidenciamos a influência da velocidade nas simulações, onde presenciamos que o padrão G apresenta resultado inferiores ao padrão P que não sofre alterações, os valores do padrão P em baixa, média e alta velocidade é de 0,97925, já o padrão G apresenta redução dos valores em baixa, média e alta velocidade sendo respectivamente 0,611221477; 0,578336107 e 0,576963973.

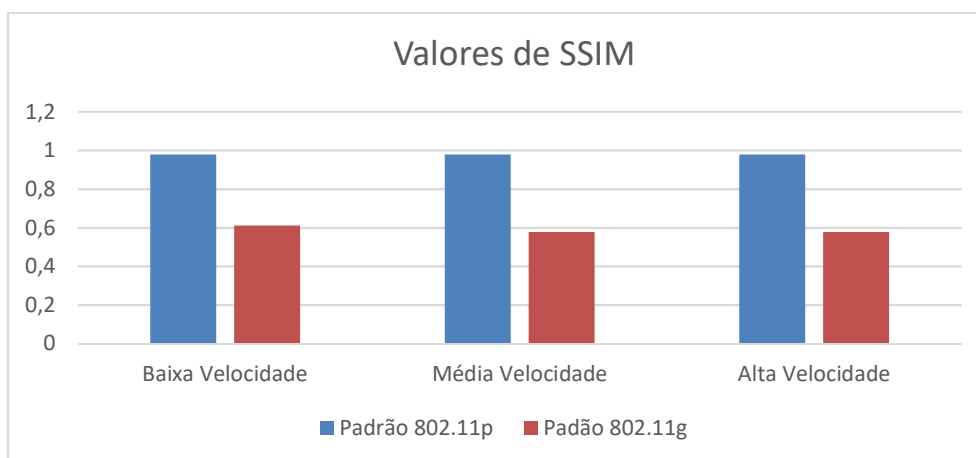


Figura 4. Gráfico com os valores de SSIM

### 4.3. Valores de VQM obtidos.

De acordo com Vatolin et al.(2001-2018), O VQM utiliza a transformada discreta de cosseno (DCT – Discrete Cosine Transform), e tem como entradas o vídeo original e o vídeo degradado para avaliar a qualidade de vídeo. Quanto menor seu valor menos ruído é apresentado.

Na Figura 5, constatamos o baixo rendimento do padrão G apresentando em baixa velocidade valor de 2,205483691, em média velocidade igual à 2,355873926 e em alta velocidade 2,355874195, notamos um aumento do valor de VQM proporcional ao aumento da velocidade, já o padrão P manteve-se estável em 0,52775 em todas as velocidades.

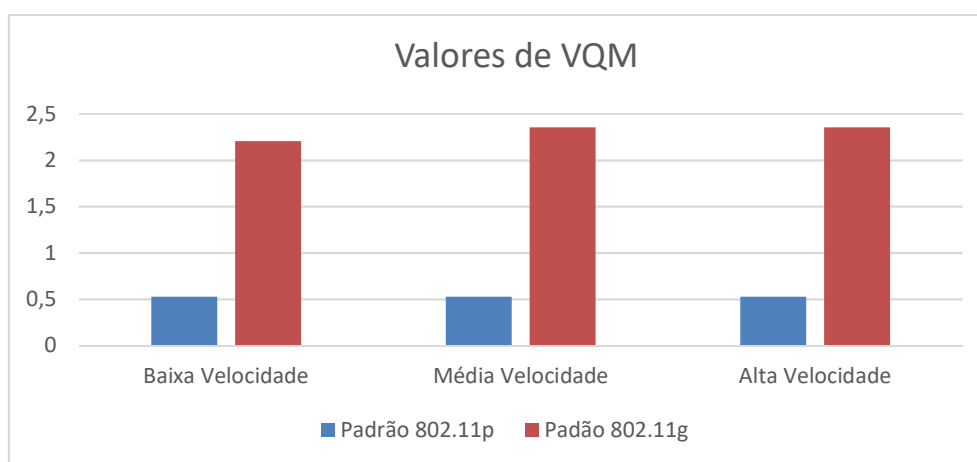


Figura 5. Gráfico com os valores de VQM

### 4.4. Quantitativo de frames transmitidos e entregues.

O arquivo de vídeo foi definido com uma frequência de quadros de 30 frames por segundo, onde percebemos que o vídeo trabalhado continha 298 frames em seu total, e que o padrão P transmitiu todos os frames em todas as situações de velocidades propostas, apesar das perdas de pacotes ocorridas durante a simulação as mesmas não interferiram na qualidade do vídeo a ponto de ser perceptível ao olho humano. Em contrapartida o padrão G além de não apresentar uma boa qualidade em seus vídeos transmitidos, ele também só foi capaz de transmitir 184 frames na simulação de baixa velocidade e 174 frames nas simulações de média e alta velocidades conforme ilustrado na Figura 6, o gráfico faz um comparativo do número de frames que foram entregues ao receptor final de cada simulação.

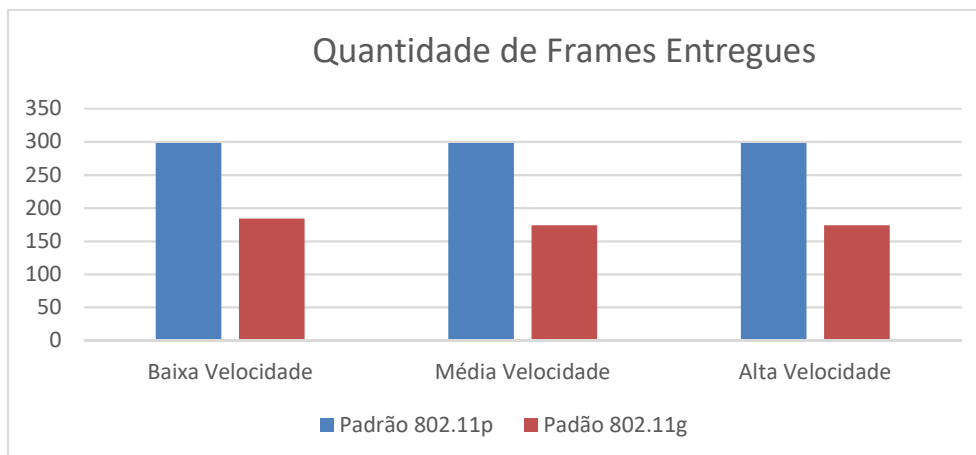


Figura 6. Gráfico com o quantitativo de frames entregues

## 5. Conclusão

Este artigo apresentou uma comparação entre os resultados das avaliações dos padrões IEEE 802.11g e IEEE 802.11p obtidos por meio de simulações realizadas no NS-2 e avaliações de métricas de QoE utilizando a ferramenta MSU.

A partir da análise dos resultados, concluiu-se que o padrão IEEE 802.11g apresentou um pior desempenho quando confrontado ao padrão IEEE 802.11p, justamente por não apresentar uma estrutura adequada para as peculiaridades do ambiente de redes veiculares, o qual acabou sofrendo grandes perdas de desempenho. Segundo Almeida et al (2018). Para qualquer modulação, ao aumentar a velocidade do veículo há uma degradação das métricas avaliadas. Para melhor compreensão a Figura 7, nos mostra esta relação ente velocidade e degradação, ilustrando todas as velocidades e os padrões utilizados nas simulações, onde quanto mais próximo do valor 1 melhor a qualidade do vídeo, evidenciando que mesmo com um uma estrutura tecnológica voltada para ambiente de redes veiculares o padrão P apesar de apresentar uma estabilidade considerada de boa qualidade, o mesmo não está imune as degradações ocasionadas pela mobilidade dos nós

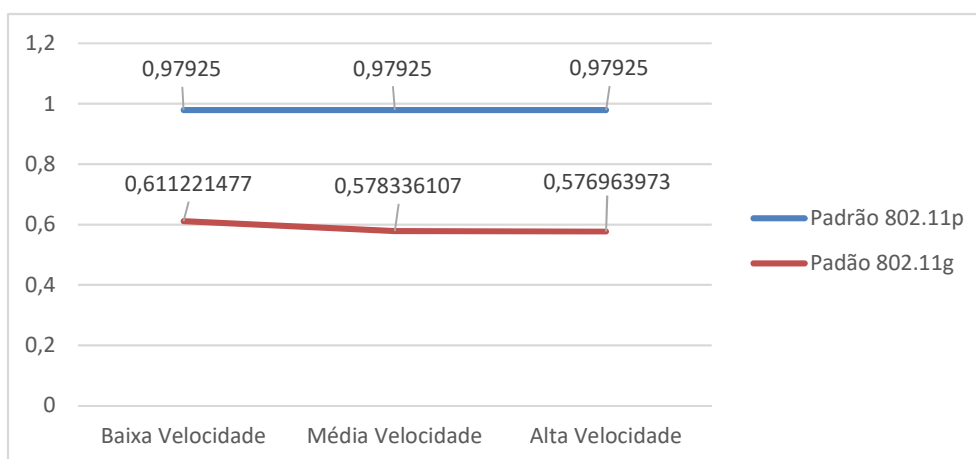


Figura 7. Gráfico relação velocidade degradação (métrica utilizada SSIM)

Para trabalho futuro propõem-se a análise comparativa do padrão IEEE 802.11p com os demais padrões da família IEEE 802.11,

### Referências Bibliográficas

- Almeida, T. T., Gomes, L. C., Ortiz, F. M., Junior, J. G. R., Costa, L. H. M. K. Análise de Desempenho do IEEE 802.11p: Simulações versus Experimentos Reais. Centro Federal de Educação Tecnológico de Minas Gerais (CEFET-MG), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – PEE/COPPE/GTA, 2018.
- Alves, R. S. A.; Campbell, I. V.; Couto, R. S.; Campista, M. E. M.; Moraes, I. M.; Rubinstein, M. G.; Costa, L. H. M. K.; Duarte, O. C. M. B.; Abdalla, M. Redes Veiculares: Princípios, Aplicações e Desafios. Minicursos do Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores – SBRC. 2009. p. 199- 254
- Dias, J. F., Mobilidade em Comunicações Veiculares. Universidade de Aveiro, Santiago – Portugal. 2012.
- Gonçalves, F. B., França, F. M. G., Amorim, C. L., Rede Ad Hoc Veicular Centrada em Interesses. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – COPPE, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense – Bom Jesus do Itabapoana, RJ – Brasil – SBRC. 2016.
- Hernandez, D. A. B, Medeiros, D. S. V., Campista, M. E. M, Pedroza, A. C. P., Uma Avaliação da Influência da Velocidade dos Nós no Estabelecimento de Caminhos em Redes Ad Hoc Veiculares. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) - Trabalho apresentado no XXXIII Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (2015).
- Junior, J. J. J., Dias, K. L., Cerqueira, E. Handover Transparente para Tráfego Multimídia em uma Arquitetura Integrada WIMAX/IP/MOLS Móvel. Universidade Federal do Estado do Pará - Pará, Brasil, Universidade de Coimbra - Coimbra, Portugal. Anais do 14º Simpósio Brasileiro de Multimídia e Web (2008). Páginas 210-217
- Pereira, W. (2007). O Uso de Sistemas Inteligentes para o Aumento da Eficácia do Transporte Público por Ônibus: O Sistema de Bilhetagem Eletrônica. PhD thesis, Dissertação de mestrado-Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ, Rio de Janeiro.
- Soares, R., Galeno, S., and Soares, A. (2016). Simulação de redes veiculares. pages 19 – 43.
- Vatolin, D., Moskvina, A., Petrov, O., Putilin, S., Grishin, S., Marat, A., Osipov, G., MSU Video Quality Measurement Tool. Disponível em: [http://www.compression.ru/video/quality\\_measure/video\\_measurement\\_tool.html](http://www.compression.ru/video/quality_measure/video_measurement_tool.html). Acessado em: 13/09/2019.
- Zeadally, S., Hunt, R., Chen, Y.-S., Irwin, A., and Hassan, A. (2012). Vehicular ad hoc networks (vanets): status, results, and challenges. *Telecommunication Systems*, 50(4):217–241.