

Avaliação de Desempenho de Redes Veiculares em Condições Adversas

Willian Becker de Souza, Joilson Alves Junior, Danilo R. de Assis, Emilio C.G. Wille e Tania L. Monteiro

Resumo-As Redes *Ad Hoc* Veiculares (VANETs) fazem parte dos Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) e foram desenvolvidas para possibilitar a comunicação entre os veículos. A maioria das pesquisas em VANETs utilizam simuladores, os quais permitem a avaliação rápida e barata de protocolos e aplicações. Para tornar os resultados das análises mais significativos, os cenários das simulações devem refletir o mundo real, incluindo ambientes com condições adversas (aquelas prejudiciais para o bom funcionamento da rede). Portanto, este trabalho propõe realizar avaliações de desempenho, por meio de simulações, em redes veiculares com condições adversas. Experimentos de simulação comprovam que o conjunto AODV/UDP apresenta os melhores resultados para a taxa de entrega na maioria das condições adversas analisadas. Entretanto, quando o TCP está presente na rede, o protocolo DSR apresenta as melhores taxas.

Palavras-Chave — VANETs, Avaliação, Condições Adversas, Simulações, Protocolos.

I. INTRODUÇÃO

O crescimento do número de veículos automotores nos últimos anos passou a exigir novas maneiras de gerenciar o tráfego. Utilizando diferentes tecnologias, os sistemas inteligentes de transporte (ITS) visam gerenciar o tráfego de forma inteligente (monitorando e regulando as ações de trânsito automaticamente). Os ITS fornecem diversos serviços inovadores, entre eles destacam-se: a transmissão dos dados sobre as condições do tráfego veicular em tempo real e o gerenciamento da mobilidade urbana [1][2].

As Redes *Ad Hoc* Veiculares (VANETs) são uma parte importante dos ITS e foram desenvolvidas principalmente para melhorar a segurança e o conforto dos motoristas e passageiros. Estas redes possibilitam que os veículos troquem diferentes tipos de informações, as quais podem variar de mensagens de entretenimento a alertas de segurança. Como esses sistemas geralmente consistem em muitos veículos, testes no mundo real são muito custosos (caros e demorados). Portanto, a maioria das pesquisas com VANETs utilizam simuladores, os quais permitem avaliações rápidas e baratas de protocolos e aplicações. Como os estudos de simulações são usados para avaliar a viabilidade das redes no mundo real, devem sempre refletir as condições reais. Porém, como as simulações são controláveis pelo usuário, geralmente consideram ambientes favoráveis para o funcionamento das VANETs, ou seja, não consideram ambientes com condições prejudiciais para o bom funcionamento da rede (adversas), as quais também são frequentes nas comunicações veiculares [3][4].

Devido ao grande potencial dos ITS, principalmente no que tange a segurança durante a condução veicular, nos últimos anos, as redes veiculares têm sido alvo de pesquisas tanto na área acadêmica como na indústria automobilística [5].

Willian Becker de Souza, Joilson Alves Junior, Danilo R. de Assis, Emilio.C.G. Wille, Tania L. Monteiro. Universidade Tecnológica Federal do Paraná(UTFPR), Av. Sete de Setembro 3165, 80230-901, Curitiba (PR), Brazil.
E-mail: beckerwillian@hotmail.com, joilson@utfpr.edu.br, daniloassis@utfpr.edu.br, ewille@utfpr.edu.br, tmonteiro@utfpr.edu.br.

Entretanto, para que estas pesquisas possam avançar, inicialmente é necessário entender e superar alguns problemas básicos que podem afetar a eficiência das comunicações. Um destes problemas é uma rede em condição adversa, isto é, uma rede fora da normalidade e desfavorável para o seu funcionamento. Conhecer e avaliar o desempenho das redes nestas condições, pode influenciar na escolha dos protocolos e aplicações mais adequados para maximizar o seu potencial. Além disso, os resultados das avaliações podem apresentar novos desafios para os projetistas de protocolos, assim como contribuir para o desenvolvimento de uma infraestrutura de comunicação veicular mais eficiente.

Portanto, esse trabalho tem como objetivo avaliar, por meio de simulações, os protocolos de roteamento *Ad-Hoc On-Demand Distance Vector* (AODV) [6], *Ad-Hoc On-Demand Multipath Distance Vector* (AOMDV) [7], *Dynamic Source Routing* (DSR) [8] e *Destination-Sequenced Distance-Vector Routing* (DSDV) [9], em conjunto com os protocolos de transporte *User Datagram Protocol* (UDP) [10] e *Transmission Control Protocol* (TCP) [10], e a aplicação geradora de tráfego CBR. Para as avaliações foram criados diversos cenários adversos, os quais são: veículos enviando até 256 mensagens/s; veículos enviando mensagens com até 4096 bytes de tamanho; ambientes com alta densidade (até 400 veículos por km²); ambientes com alta velocidade (até 150 km/h).

O restante deste trabalho está organizado da seguinte forma: a Seção II exhibe os trabalhos relacionados; a Seção III mostra as redes veiculares em condições adversas; a Seção IV apresenta a avaliação de desempenho; a Seção V apresenta os resultados; e por fim a Seção VI apresenta a conclusão.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Na literatura atual é possível encontrar diversos trabalhos que abordaram análises de desempenho em VANETs.

Em [11] foi utilizado o NS-3 e o *BonnMotion* para mostrar uma avaliação dos protocolos de roteamento AODV, OLSR e DSDV para diferentes velocidades e densidades. As métricas analisadas foram: taxa de entrega, atraso e vazão. Com relação às características das simulações, foi utilizado um cenário de 2.000m por 2.000m com 40, 50 e 60 nós com velocidades que variaram de 15 m/s até 55 m/s. Os resultados mostraram que o DSDV e OLSR são melhores que AODV em cenários com poucos nós e baixa velocidade. Já em cenários mais densos e com maior velocidade, o OLSR apresenta um desempenho melhor que o AODV e DSDV.

Os autores em [12] apresentaram uma análise de desempenho dos protocolos de roteamento AODV, DSDV e DSR utilizando os simuladores SUMO e o NS-3. Neste estudo foram configuradas diferentes velocidades para os nós,

considerou-se 30 km/h para simular o tráfego de veículos nas cidades, e 100 km/h para simular o tráfego de veículos nas rodovias, e um total de 30 nós na rede. Com relação aos parâmetros das simulações, foram utilizados tanto tráfego TCP quanto UDP. Como resultado, obteve-se que o AODV apresenta o melhor desempenho, adaptando-se bem a operação com nós em altas velocidades.

Com o uso do simulador NS-3, o trabalho em [13] testou diferentes modelos de propagação para avaliar o desempenho dos protocolos OLSR, DSDV, AODV e CLWPR quanto a taxa de entrega, atraso, vazão e *jitter*. Para as simulações, foi utilizada uma área de 1.000 por 1.000 metros, com 10, 20 ou 50 nós e uma velocidade média de 20 m/s. Os autores concluíram que na maioria dos cenários avaliados os protocolos CLWPR, DSDV e OLSR (nesta ordem), apresentaram os melhores desempenhos.

Utilizando o simulador de rede NS-2, o estudo apresentado em [14] apresentou uma comparação de desempenho entre os protocolos de roteamento AODV, DSDV e LSGR. As métricas utilizadas para a avaliação foram: taxa de entrega, sobrecarga de roteamento, atraso e vazão. Foram realizadas simulações em uma rede de 1.500m por 1.200m, com 14 nós. Os resultados de simulação mostraram que o protocolo LSGR foi o que teve o maior destaque, apresentando melhor desempenho em relação aos seus concorrentes para as métricas atraso, vazão e taxa de entrega de pacotes.

Com os artigos citados percebe-se que existem vários estudos sobre avaliação e comparação de protocolos de roteamento para VANETs. Entretanto, o que torna o presente trabalho singular, são as análises e comparações de desempenho de protocolos de roteamento e protocolos de transporte em condições adversas (estes tipos de análises não foram realizadas anteriormente).

III. REDES VEICULARES EM CONDIÇÕES ADVERSAS

Condições Adversas são todos os fatores que podem prejudicar o funcionamento normal das redes veiculares, tornando maior a probabilidade de problemas ocorrerem.

A. Problema

O desenvolvimento e o controle das VANETs dependem da superação de diversos problemas ainda existentes. Problemas ainda pouco estudados são relativos às redes veiculares operando em condições adversas. As condições adversas mais comuns e consideradas neste trabalho são: *veículos trafegando em velocidades muito altas; veículos transmitindo grandes volumes de dados; veículos transmitindo altas taxas de dados; veículos trafegando em ambientes com alta densidade.*

Tais condições podem causar problemas como: perda de pacotes, desconexões, sobrecarga de roteamento, estouro de pilha, atraso, baixa vazão, conexões curtas e falta de tempo para transmitir o pacote todo. Entretanto, com o aumento da utilização dos sistemas inteligentes de transporte e com o advento da internet das coisas móveis, em um futuro próximo, todos os veículos necessitarão transmitir grandes volumes de dados com altas taxas de transmissão em ambientes com velocidades e densidades extremas. Por isso, todos estes cenários devem ser estudados e avaliados para que soluções possam ser propostas.

IV. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE REDES VEICULARES EM CONDIÇÕES ADVERSAS

A avaliação de desempenho foi realizada utilizando um simulador de rede, o NS-2 [15], e um simulador de movimentos, o *VanetMobiSim* [16], e consiste em avaliar métricas que revelem o desempenho da rede quando submetida a condições adversas.

A. Métricas de desempenho

Os sistemas, incluindo as VANETs, precisam ser avaliados com base em critérios que revelam o seu desempenho. Tais critérios são conhecidos como métricas de desempenho [17]. A métrica de desempenho utilizada neste trabalho é:

Taxa de Entrega (TE): é a proporção do número de pacotes recebidos no destino em relação ao número de pacotes enviados pela origem. Uma rede deve ter uma taxa de entrega alta a fim de ter um melhor desempenho e confiabilidade.

B. Ambiente de simulação

A rede criada para as simulações é uma área retangular de 1000m x 1000m. Todos os veículos que trafegam por esta rede transmitem seus sinais de radiofrequência em um raio de 250m e se deslocam seguindo o modelo de movimentação estabelecido pelo *VanetMobiSim*. Além disso, o padrão de tráfego consiste de conexões com taxa de bits constante (CBR) considerando os protocolos de transporte UDP e TCP e os protocolos de roteamento AODV, AOMDV, DSR e DSDV. O modelo de propagação de rádio é o *Two Rayground*, enquanto a camada MAC segue as especificações IEEE 802.11p [18]. As simulações são realizadas por 600 segundos e todos os resultados apresentados são médias de 35 simulações com o mesmo modelo de tráfego, mas com diferentes cenários de mobilidade. Para estas simulações o intervalo de confiança considerado é de 95%. Os parâmetros comuns para todas as simulações realizadas estão resumidos na Tabela I.

Tabela I: Parâmetros comuns para todas as simulações realizadas.

Parâmetros	Valores	
	TCP/CBR	UDP/CBR
Tipo de Tráfego	CBR	CBR
Protocolo de transporte	TCP	UDP
Modelo de propagação	<i>Two Rayground</i>	<i>Two Rayground</i>
Tamanho do Cenário	1000x1000 (metros)	1000x1000 (metros)
Protocolos de roteamento	AODV, AOMDV, DSR, DSDV	AODV, AOMDV, DSR, DSDV
Camada MAC	IEEE 802.11p	IEEE 802.11p
Raio de alcance	250m	250m
Conexões simultâneas	5	5
Tempo de Simulação	600s	600s

C. Modelos de simulação

Neste trabalho são utilizados quatro modelos de simulações com diferentes condições adversas.

1) **Modelo de Simulação 1 (variando a velocidade):** neste modelo, os veículos possuem velocidades extremas que variam entre 60 km/h e 150 km/h. Tais velocidades representam condições adversas reais que poderão ocorrer (por exemplo: ambientes rápidos em pistas que permitem altas velocidades). A Tabela II mostra os parâmetros utilizados especificamente no Modelo de Simulação 1.

Tabela II: Parâmetros do Modelo de Simulação 1.

Parâmetros	Valores	
	TCP/CBR	UDP/CBR
Número de Nós	75	75
Mensagens por Segundo	4	4
Velocidade dos Nós	60, 90, 120, 150 km/h	60, 90, 120, 150 km/h
Tamanho da Mensagem	512 bytes	512 bytes

2) **Modelo de Simulação 2 (variando a densidade):** neste modelo, os veículos possuem densidades extremas (entre 100 e 400 veículos na rede). Tais densidades representam condições adversas reais que poderão ocorrer (por exemplo: ambientes urbanos em horário de pico ou em eventos). A Tabela III mostra os parâmetros utilizados especificamente no Modelo de Simulação 2.

Tabela III: Parâmetros do Modelo de Simulação 2.

Parâmetros	Valores	
	TCP/CBR	UDP/CBR
Número de Nós	100, 200, 300, 400	100, 200, 300, 400
Mensagens por Segundo	4	4
Velocidade dos Nós	50 km/h	50 km/h
Tamanho da Mensagem	512 bytes	512 bytes

3) **Modelo de Simulação 3 (variando a taxa de dados):** neste modelo, os veículos transmitem taxas de dados extremas. Neste cenário, os veículos estão inseridos em ambientes que enviam entre 32 e 256 mensagens de 512 bytes por segundo, ou seja, entre 16 kbytes/s e 132 kbytes/s. O cenário descrito representa condições adversas reais que poderão ocorrer (por exemplo: transmissão rápida de dados armazenados em pontos fixos da rodovia). A Tabela IV mostra os parâmetros utilizados especificamente no Modelo de Simulação 3.

Tabela IV: Parâmetros do Modelo de Simulação 3.

Parâmetros	Valores	
	TCP/CBR	UDP/CBR
Número de Nós	75	75
Velocidade dos Nós	50 km/h	50 km/h
Mensagens por Segundo	32, 64, 128 e 256	32, 64, 128 e 256
Tamanho da Mensagem	512 bytes	512 bytes

4) **Modelo de Simulação 4 (variando o volume dos dados):** neste modelo, os veículos transmitem volumes de dados extremos (mensagens com tamanhos que variam de 768 bytes e 4096 bytes). O cenário descrito também representa condições adversas reais que poderão ocorrer (com o aumento do número de aplicações que farão parte das comunicações veiculares, os veículos necessitarão transmitir dados com os mais variados tamanhos para outros veículos e pontos fixos). A Tabela V mostra os parâmetros utilizados especificamente no Modelo de Simulação 4.

Tabela V: Parâmetros do Modelo de Simulação 4.

Parâmetros	Valores	
	TCP/CBR	UDP/CBR
Número de Nós	75	75
Velocidade dos Nós	50 km/h	50 km/h
Mensagens por Segundo	4	4
Tamanho da Mensagem	768, 1024, 2048, 4096 bytes	768, 1024, 2048 e 4096 bytes

V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão apresentados os resultados das simulações. Os gráficos apresentam no eixo “x” as variações dos parâmetros que tornam os cenários adversos (densidade, velocidade, taxa e volume de dados), e no eixo “y” os valores obtidos para a métrica de desempenho (taxa de entrega).

A. Modelo de Simulação 1

A Figura 1 apresenta os resultados da taxa de entrega de pacotes em função da variação da velocidade para o Modelo de Simulação 1 com o protocolo UDP. É possível notar que o pior desempenho apresentado foi do protocolo proativo DSDV. O AODV; DSR; AOMDV (nesta ordem) foram os que apresentaram os melhores resultados. Isso ocorre pela boa adaptação do processo de manutenção de rotas de protocolos de roteamento reativos a cenários altamente dinâmicos com o protocolo de transporte UDP.

A Figura 2 apresenta os resultados da taxa de entrega de pacotes em função da variação da velocidade para o Modelo de Simulação 1 com o protocolo TCP. É possível notar que o protocolo com melhor taxa de entrega é o DSR. O DSR, com seu processo eficiente de manutenção de rotas, foi o que teve melhor adaptação ao uso do protocolo de transporte TCP em cenários altamente dinâmicos (com frequentes quebras de rotas devido a elevada velocidade dos nós). Na sequência, o DSDV (protocolo proativo) mostrou sua eficiência em manter as rotas sempre atualizadas em ambientes orientados a conexão, superando o restante dos protocolos reativos (AODV e AOMDV). Além disso, devido ao TCP oferecer um ambiente de transmissões confiável, com mecanismos de correção de erros, a taxa de entrega foi sempre melhor quando comparada a ambientes que utilizam o protocolo UDP (Fig. 1).

B. Modelo de Simulação 2

A Figura 3 mostra os resultados da taxa de entrega de pacotes em função da variação do número de veículos para o Modelo de Simulação 2 com o protocolo UDP. Nota-se que com o aumento extremo do número de veículos os protocolos reativos obtiveram os melhores resultados, com destaque para o AODV, o qual manteve a taxa de entrega entre 80% e 90%

mesmo com 400 nós na rede. Já o protocolo DSDV (pró-ativo) não conseguiu executar suas operações a partir de 300 veículos na rede.

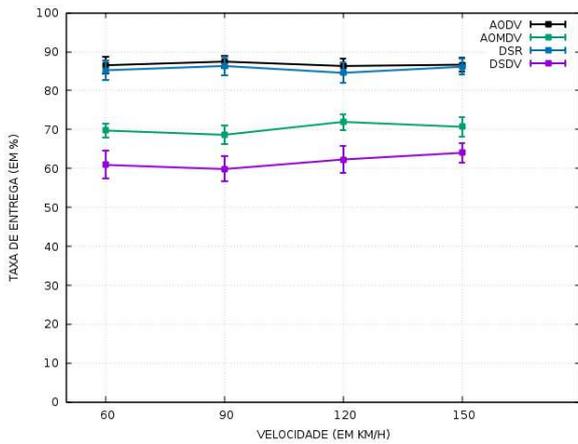


Fig 1: TE com UDP para o Modelo de Simulação 1.

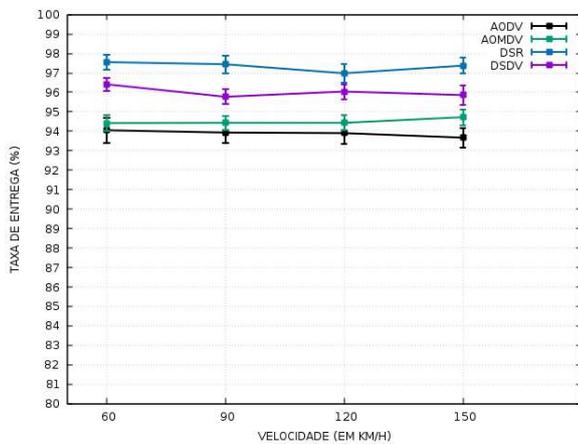


Fig 2: TE com TCP para o Modelo de Simulação 1.

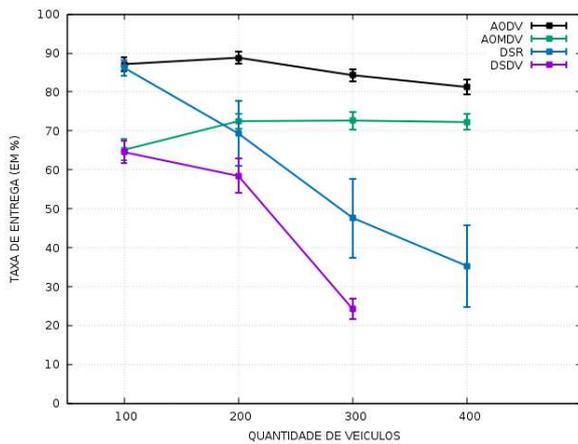


Fig 3: TE com UDP para o Modelo de Simulação 2.

A Figura 4 mostra os resultados da taxa de entrega de pacotes em função da variação do número de veículos para o Modelo de Simulação 2 com o protocolo TCP. Nota-se que todos os protocolos reativos tiveram bom desempenho (com destaque para o DSR), mantendo a taxa de entrega maior do que 90% em todos os casos. Já o protocolo DSDV (reativo), apresentou desempenho satisfatório com até 200 veículos (taxa de entrega maior do que 95%), degradando-se na sequência, até não conseguir mais operar a partir de 300 veículos (mesmo com o TCP como protocolo de transporte).

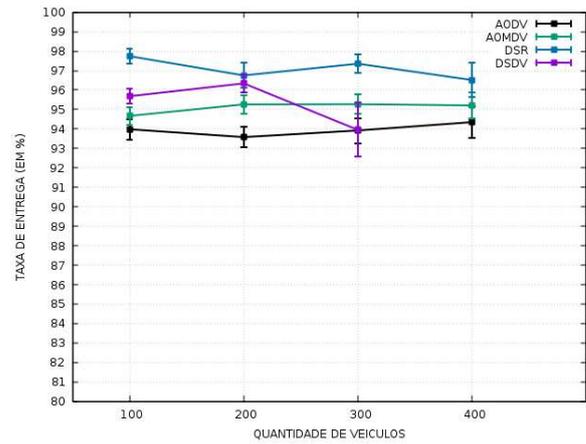


Fig 4: TE com TCP para o Modelo de Simulação 2.

C. Modelo de Simulação 3

A Figura 5 mostra os resultados da taxa de entrega de pacotes em função da taxa de dados transferidos (número de mensagens por segundo) para o Modelo de Simulação 3 com o protocolo UDP. Nota-se que todos os protocolos tiveram desempenho semelhante quanto a taxa de dados transferidos. Em todos os casos a taxa de entrega reduziu com o aumento do número de mensagens enviadas por segundo (não ultrapassando 50%).

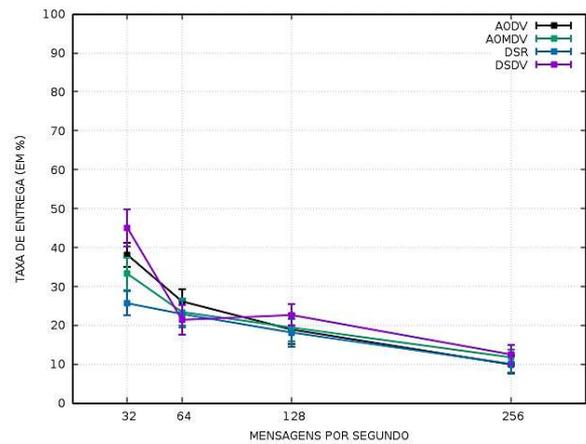


Fig 5: TE com UDP para o Modelo de Simulação 3.

A Figura 6 mostra os resultados da taxa de entrega de pacotes em função da taxa de dados para o Modelo de Simulação 3 com o protocolo TCP. Nota-se que todos os protocolos tiveram desempenhos semelhantes (com destaque para o protocolo DSR). Em todos os casos, com o uso do TCP, o desempenho manteve-se estável com o aumento do número de mensagens enviadas por segundo, e sempre superior a 97% (situação não observada com o UDP (Fig. 5)).

D. Modelo de Simulação 4

A Figura 7 mostra os resultados da taxa de entrega de pacotes em função da variação do volume dos dados (tamanho da mensagens) para o Modelo de Simulação 4 com o protocolo UDP. Observa-se que o aumento do tamanho das mensagens implica na redução do desempenho de todos os protocolos (mesmo assim o AODV apresentou os melhores resultados). Isso ocorre porque quanto maior o tamanho das mensagens, maior será o tempo em que os veículos necessitarão estar conectados para concluir a transmissão. Entretanto, com a natureza dinâmica da rede, os veículos não conseguem ficar conectados por um longo período de tempo, aumentando a quantidade de pacotes perdidos (agravando-se ainda mais

devido ao UDP não ter nenhum mecanismo de retransmissão e garantia de entrega).

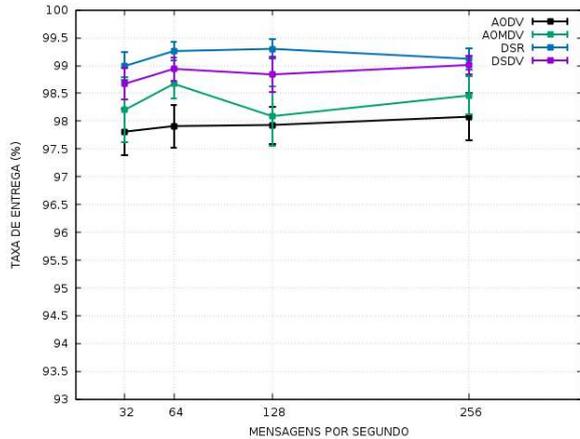


Fig. 6: TE com TCP para o Modelo de Simulação 3.

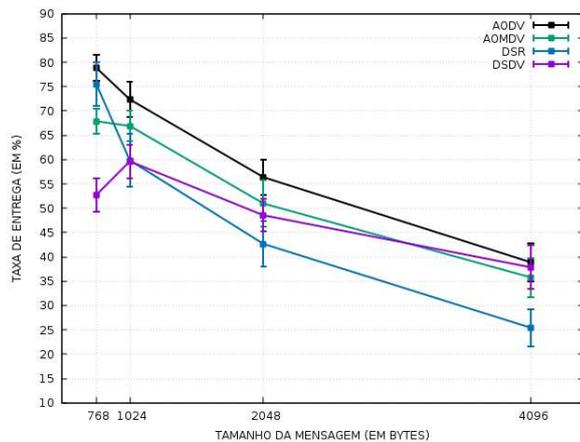


Fig. 7: TE com UDP para o Modelo de Simulação 4.

A Figura 8 mostra os resultados da taxa de entrega de pacotes em função da variação do volume dos dados para o Modelo de Simulação 4 com o protocolo TCP. Nota-se na que todos os protocolos tiveram desempenhos semelhantes (com destaque para o protocolo DSR). Em todos os casos, com o uso do TCP, o desempenho manteve-se estável com o aumento do tamanho das mensagens e sempre superior a 93% (situação não observada com o UDP (Fig. 7)). Isso ocorre pois no TCP, independentemente do tamanho da mensagem enviada, as mesmas são fragmentadas em tamanhos fixos (evitando assim o impacto de lidar com pacotes de tamanhos excessivamente grandes).

VI. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou avaliações de desempenho, por meio de simulações, em redes veiculares com condições adversas. Resultados de simulação demonstraram que o protocolo de roteamento AODV apresentou os melhores resultados entre todos os protocolos avaliados atuando em conjunto com o UDP. Quando o TCP esteve presente na rede, o protocolo DSR apresentou os melhores resultados. Além disso, o TCP por oferecer um ambiente confiável (com estabelecimento de conexão, retransmissões, controle de fluxo e congestionamento), apresentou desempenho sempre superior ao UDP. Trabalhos futuros devem incluir a análise de novas métricas de desempenho, como o atraso, a vazão e a sobrecarga de roteamento.

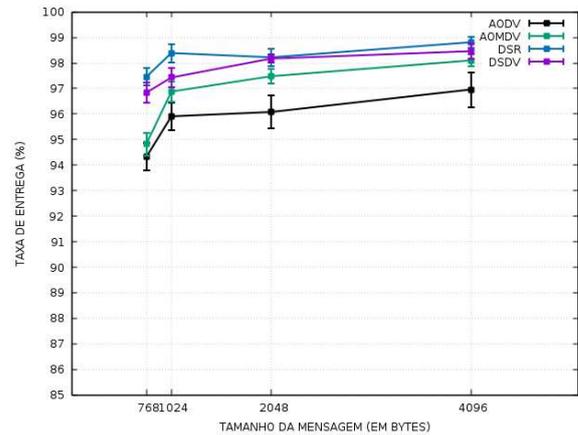


Fig. 8: TE com TCP para o Modelo de Simulação 4.

REFERENCES

- [1] BENZA, M.; BERSANI, C Intelligent Transport Systems (ITS) applications on dangerous good transport on road in Italy. In: SoSE, 2012.
- [2] ALVES JR, Joilson; WILLE, Emilio. Improving VANETs Connectivity with a Totally Ad Hoc Living Mobile Backbone. Journal of Computer Networks and Communications. Hindawi. 2015.
- [3] ALVES JR, Joilson; WILLE, Emilio. P-AOMDV: An improved routing protocol for V2V communication based on public transport backbones. Trans. on Emerg. Telecom. Technologies. 2016.
- [4] SANGUESA, Julio A. Topology-based Broadcast Schemes for Urban Scenarios Targeting Adverse Density Conditions. In: Wireless Communications and Networking Conference (WCNC). IEEE, 2014.
- [5] MARTIN-FERNÁNDEZ, F.; CABALLERO-GIL, P.; CABALLERO-GIL, C. An Experimental Hybrid Wireless Platform for Vehicular Networks. In: A World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM), 2016 IEEE 17th Int. Symposium on. IEEE, 2016.
- [6] PERKINS, Charles E.; ROYER, E. M. Ad-hoc on-demand distance vector routing. In: Proceedings of the Second IEEE Workshop on Mobile Computer Systems and Applications. IEEE, 1999.
- [7] MARINA, Mahesh K.; DAS, Samir R. Ad hoc on-demand multipath distance vector routing. SIGMOBILE Mob. Comput. Commun., 2002.
- [8] JOHNSON, David B.; MALTZ, David A. Dynamic source routing in ad hoc wireless networks. In: Imielinski T., Korth H.F. (eds) Mobile Comp., The Kluwer Int. Series in Engineering and Computer Science, 1996.
- [9] PERKINS, Charles E.; BHAGWAT, Pravin. Highly dynamic destination-sequenced distance-vector routing (DSDV) for mobile computers. SIGCOMM Comput. Commun., 1994.
- [10] FOROUZAN, Behrouz A. Comunicação de dados e redes de computadores. 4. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: AMGH, 2010.
- [11] SALLUM, Eduardo El Akkari.. Performance analysis and comparison of the DSDV, AODV and OLSR routing protocols under VANETs. In: ITST, 2018.
- [12] KANG, Seung-Seok; CHAE, Ye-Eun; YEON, Seunguk. VANET Routing Algorithm Performance Comparison using NS-3 and SUMO. In: Computer Applications and Information Processing Technology (CAIPT), 2017
- [13] SHARMA, Harshit; T., Jayavignesh. Comparative Analysis and Applicability of Routing Protocols in VANETs. In: Electrical, Electronics, Communication, Computer, and Optimization Techniques (ICEECCOT), 2017.
- [14] KUMAR, Vimlesh; BAGHEL, Anurag Singh; MISHRA, Priyank. Performance Evaluation of DSDV, AODV and LSGR Protocol in Ad – Hoc Networks. In: ICEEOT, 2016.
- [15] NS2. The network simulator. 2019. Disponível em: <https://www.isi.edu/nsnam/ns/index.html>. Acesso em: 18 mar. 2019.
- [16] VANETMOBISIM. VanetMobiSim. 2019. Disponível em: <http://vanet.eurecom.fr>. Acesso em: 15 mar. 2019.
- [17] PAUL, Bijan; IBRAHIM, Md.; BIKAS, Md. Abu Naser. Experimental Analysis of AODV & DSR over TCP & CBR Connections with Varying Speed and Node Density in VANET. Int. J. of Comp. Applications, 2011.
- [18] IEEE. Draft Amendment for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE), IEEE Std. P802.11p / D3.0, Julho, 2007.