

Análise do Impacto do *Buffer* na Latência no Protocolo VDTN PRoPHET

Leonardo A. G. Silva [‡], J. R. Sousa Junior [‡], Pablo A. Vieira ^{*}

^{1‡}Especialização em Engenharia de Software com Ênfase em WeB - IFPI, Picos

^{*}Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (UFPI) Picos/Teresina, Brasil

(leosilvadrums100, joseroberto.body)@gmail.com pablolukan@hotmail.com

pablolukan@hotmail.com

Abstract. *Vehicle Ad-Hoc Networks are part of future Intelligent Ground Transportation Systems comprising the integration and communication between sensors, vehicles and fixed trackside components (routers, gateways and services). These networks face several challenges, such as latency. This paper presents a study comparing the latency performance of 3 different sized buffer samples (5 MB, 15 MB and 25 MB) in their influence on the infrastructure. The results allow us to conclude that the buffer is a factor that influences the latency of the network, since the sizes 15 MB and 25 MB differ in their latency in the buffers. To really prove the significance of the distribution, the Turkey test was used.*

Resumo. *As Redes Ad-Hoc Veiculares fazem parte dos futuros Sistemas Inteligentes de Transporte Terrestre compreendendo a integração e comunicação entre sensores, veículos e componentes fixos de beira de pista (roteadores, gateways e serviços). Essas redes enfrentam vários desafios, como por exemplo a latência. Este trabalho apresenta um estudo em que é comparado o desempenho da latência de 3 amostras de buffers com tamanhos diferentes (5 MB, 15 MB e 25 MB) em sua influência na infraestrutura. Os resultados nos permitiu concluir que o buffer é um fator que influencia na latência da rede, pois os tamanho 15 MB e 25 MB se diferem em sua latência nos buffers. Para realmente comprovar a significância da distribuição foi utilizado o teste Turkey ¹*

1. Introdução

As Redes Veiculares *Ad-hoc* (VANETs) funcionam trocando informações entre veículos abrindo possibilidades para aplicações voltada para o trânsito. Seu potencial está ligado a sistemas de segurança, monitoramento, otimização de fluxo de tráfego, emergências em socorros, rastreamento em tempo real e serviços de entretenimento [Soares et al. 2013].

As VANETs podem proporcionar a conectividade entre regiões distantes, onde a comunicação por rádio pode ser bastante custosa e complexa, como comunidades rurais em países de terceiro mundo, por exemplo. Podem permitir um tráfego razoável de informações necessárias, substituindo uma infraestrutura complexa para ter acesso à Internet [da Silva Nunes 2013].

Porém há muitos empecilhos técnicos e problemas sobre quanto à infraestrutura para que tais aplicações possam ser implementadas em um contexto real. Grande parte do

¹O teste de Tukey, baseado na amplitude total estudada (“*studentized range*”, em inglês).

problema está relacionado ao próprio tipo de nó que são presentes, ou seja, veículos que apresentam grande mobilidade, causando mudanças constantes de topologia. A rede, por ser altamente dinâmica, com altas velocidades e com pouco tempo de enlace para ocorrer a transmissão de dados, incorre em muitas falhas [Soares et al. 2013].

Outras barreiras estão relacionadas à forma como os dados trafegam de ponta-a-ponta na rede. A dinamicidade dos nós impossibilita que haja uma transferência constante de pacotes entre o emissor e o destino, por consequência as informações são passadas através de saltos até a chegada no seu destino final, ocasionando um grande *delay*. Protocolos de rede comuns como o TCP/IP são inadequados para VANETs, devido à longos atrasos e frequentes desconexões. Logo fez-se a necessidade de desenvolver protocolos de encaminhamento que analisem a rede em um contexto atual para que o envio de agregados passem a ser mais tolerantes a falhas [Palmeira and dos Santos 2015].

Tais protocolos são os chamados VDTNs (*Vehicular Delay-Tolerant Networks*) sendo responsáveis por otimizar o desempenho com uma análise do meio, buscando o nó que tenha maior possibilidade de entregar pacotes ao seu destino. Eles trabalham com a abordagem de SCF (*store-carry-and-forward*), em que os nós armazenam a informação e, quando necessário, a transportam e enviam de acordo com a sua análise em relação a recursos de *buffer*, processamento e densidade atual dos nós próximos [Filho et al. 2016].

Este trabalho apresenta um estudo sobre o comportamento da latência em relação recurso de *buffer* para os nós. O protocolo escolhido para estudo foi o PROPHET, por seu alto desempenho que usa uma abordagem em encaminhamento e pelo histórico de contatos dos veículos. Na maioria dos estudos relacionados ao PROPHET é relatado que o tamanho do *buffer* é o fator principal na otimização, bem como em outros protocolos VDTNs. Sabendo disso, foram levantadas duas hipóteses. A primeira hipótese é que as latências não se diferiam para *buffer* com tamanhos de 5 MB, 15 MB e 25 MB. A segunda hipótese é que haveria pelo menos um dos tamanhos de *buffer* estudado com latência diferente. A análise da veracidade destas hipóteses possibilitará verificar se mudanças no *buffer* irão alterar o tempo de envio dos pacotes em redes que utilizam o protocolo PROPHET, levando em conta a variação da latência em cada *buffer* testado.

O restante deste trabalho está organizado da seguinte maneira: a seção 2 descreve como o foi desenvolvido o experimento e quais técnicas e métodos foram utilizados; a seção 3 apresenta os resultados alcançados com o experimento realizado; a seção 4 apresenta uma discussão sobre os resultados alcançados; e a seção 5 apresenta as conclusões do trabalho.

2. Materiais e Métodos

Esta seção documenta a abordagem do estudo estatístico feito para os testes, em relação a estratégias de roteamento propostas em termos de latência de mensagens (pacotes) no simulador ONE (*Opportunistic Network Environment*).

O ONE é um simulador de protocolos oportunistas que trabalham com tolerância a falhas, não sendo exclusivo apenas a VANETs, como também é utilizável em MANETs (do inglês Mobile Ad-Hoc Network) [Choudhary et al. 2016]. Ele gera nós que se movimentam a partir de buscas heurísticas de caminhos específicos, gerados por configurações de mapas de diferentes cidades [Campos et al.].

O ONE possibilita simular modelos de movimentação dos nós, possibilitando que as mensagens sejam roteadas através de algoritmos DTNs (remetente e receptor). Assim as movimentações dos nós são guiadas pelas rotas do mapa em que estes vão enviando, repassando e recebendo mensagens até a chegada do pacote destino [Sok et al. 2013].

Poderão ocorrer falhas no roteamento, como não entrega da mensagem ou perda da mesma por estouro de *buffer* e tempo de vida de cada mensagem. Como cada nó age como um “agente ativo” na rede, através de algoritmos que se baseiam em recursos disponíveis, como *buffer* e densidade, este estudo aponta e afirma a correlação do *buffer* em relação ao desempenho. Na Tabela 1, estão listadas as mudanças de parâmetros para a realização dos testes e coleta dos *logs*.

Tabela 1. Parâmetros Alterados

Fatores		
Velocidade	Buffer	Tamanho de Pacote
10 km/h a 30 km/h	5 MB	150 kB a 450 kB
10 km/h a 30 km/h	15 MB	150 kB a 450 kB
10 km/h a 30 km/h	25 MB	150 kB a 450 kB

As escolhas de tamanho de *buffers* foi baseada a partir do trabalho de [Campos et al.] que utiliza tamanhos de *buffer* de 512KB a 5MB. Resolvemos utilizar o valor máximo e multiplica-lo por 3 fazendo uma proporção simétrica. As execuções dos testes foram feitas para cada nível (linha) da tabela, sendo que foram criadas 362 mensagens para 30 execuções. Para que houvesse uma alteração mais notável nos resultados, eram adicionados 5 nós emissores a cada execução, aumentando a densidade da rede para analisarmos a variação dos tamanho dos *buffers*. Abaixo estão os parâmetros alterados no arquivo de configuração (os demais permaneceram *default*).

- **Tamanho de *buffer*:** Group.bufferSize = 5M
- **Velocidade:** Group.speed = 10.8, 16.2 = 10km a 30km
- **Tamanho do Pacote:** Events1.size = 150kB,450kB
- **Número de nó aumentados:**Group.nrofHosts = 40
- **Protocolo VDTN:** Group.router = ProphetRouter

A simulação é iniciada com 40 nós emissores e finalizada com 190 nós emissores, entre outros nós que tem função de obstáculos e tráfego de veículos não emissores. No final dos testes, totalizaram-se 90 amostras, com o número de mensagens entregues e latência média das mensagens para cada simulação. Após a média ter sido calculada, foi realizado o teste ANOVA (*Analysis of Variance*), para verificar se existem diferenças entre as médias das variáveis respostas em relação ao tratamento dos níveis categóricos.

3. Trabalhos Relacionados

Nesta seção, podemos analisar algumas características acerca de trabalhos relacionados no contexto das VANET's. A Tabela 2 apresenta os critérios analisados, confrontando suas contribuições, diferenças e semelhanças em relação ao presente trabalho.

Tabela 2. Trabalhos Relacionados

Trabalho (Ano)	Principais Contribuições	ANOVA
[Ayub et al. 2014]	Novo Protocolo de Roteamento Chamado DF	NÃO
[Shinko et al. 2015]	Investigar o Desempenho dos Protocolos First Contact, PRoPHET e Spray-and-Wait	NÃO
[Choudhary et al. 2016]	Análise do Impacto do Tamanho do <i>Buffer</i>	NÃO
Nosso Estudo(2019)	Análise da Variância (ANOVA) do <i>Buffer</i> no impacto da latência No PRoPHET	SIM

Em [Ayub et al. 2014] foi proposto um protocolo chamado DF (*Delegated Forwarding*) ++. Este foi baseado no modelo probabilístico do PRoPHET, e encaminha a mensagem para o nó atual pela computação adaptativa do espaço de *buffer* disponível. [Shinko et al. 2015] analisou o desempenho dos protocolos *First Contact*, PRoPHET e *Spray-and-Wait*. Foram testados em ambientes de comunicação em Rede Veicular Tolerante a Atrasos (VDTN). Os padrões de movimentação foram gerados através do SUMO (Simulação de Mobilidade Urbana). Para gerar a comunicação, usou-se o ONE (Ambiente de Rede Oportunístico). Em [Choudhary et al. 2016] foi analisado o impacto do tamanho do **buffer** no consumo de energia dos nós na retransmissão. A retransmissão eleva exponencialmente a energia gasta, aumentando a sobrecarga da rede. Foi criado um algoritmo de limiar de energia para reduzir o impacto de retransmissão de pacotes redundantes.

O presente trabalho se destaca em relação aos trabalho correlatos devido ao uso do método estatístico ANOVA na investigação do fator *Buffer*. A grande contribuição do ANOVA está em uma investigação profunda sobre níveis diferentes relacionados a parâmetros ou recursos diferentes, que podem ser modificados. Isso possibilita um aperfeiçoamento na criação e no desenvolvimento de novas métricas de avaliação sobre o comportamento do protocolo PRoPHET, com relação aos recursos computacionais em um ambiente de comunicação veicular.

4. Resultados e Discussão

Esta seção apresenta resultados obtidos no procedimento ANOVA. Nesse procedimento foram comparados a distribuição dos três grupos de amostras independentes. O que permitiu resumir um modelo de regressão linear através da decomposição da soma dos quadrados para cada fonte de variação do modelo.

Para verificar como se dá a dispersão das latências para os tamanhos de *buffers* estudados, foi construído um gráfico que é apresentado na Figura 1. Com dados apresentados neste gráfico, percebe-se que as distribuições dos dados, nos três grupos de *buffers* estudados, são semelhantes, ou seja, através desse gráfico não se pode definir entre quais grupos o desempenho da latência é significativamente diferente.

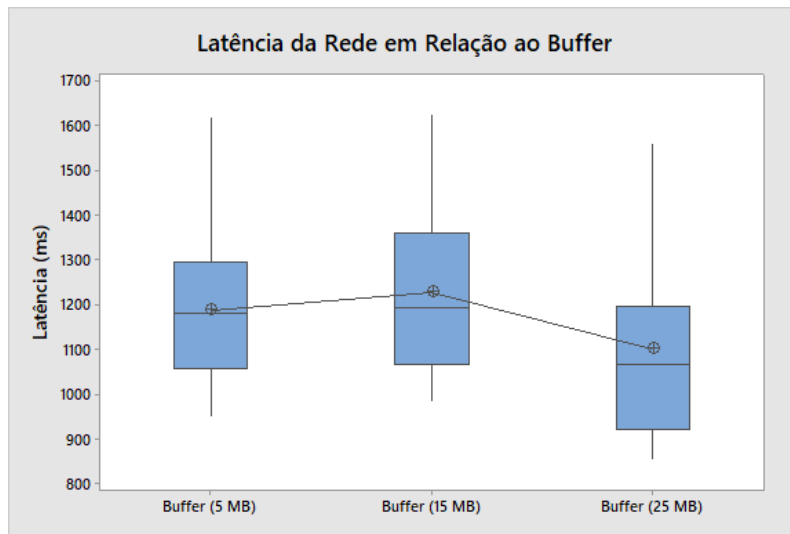


Figura 1. Distribuição da Latência para *Buffers* Diferentes

Os resultados do procedimento ANOVA evidenciaram que a distribuição de pelo menos um dos grupos se difere das demais, mas não indicou entre quais grupos a diferença é significativa. Assim, se fez necessário utilizar um procedimento de comparação múltipla. O procedimento escolhido foi o Teste de *Tukey* utilizado para comparar todo e qualquer contraste entre duas médias de tratamentos [OLIVEIRA 2008]. Os resultados obtidos do teste de *Tukey* são apresentados na Figura 2.

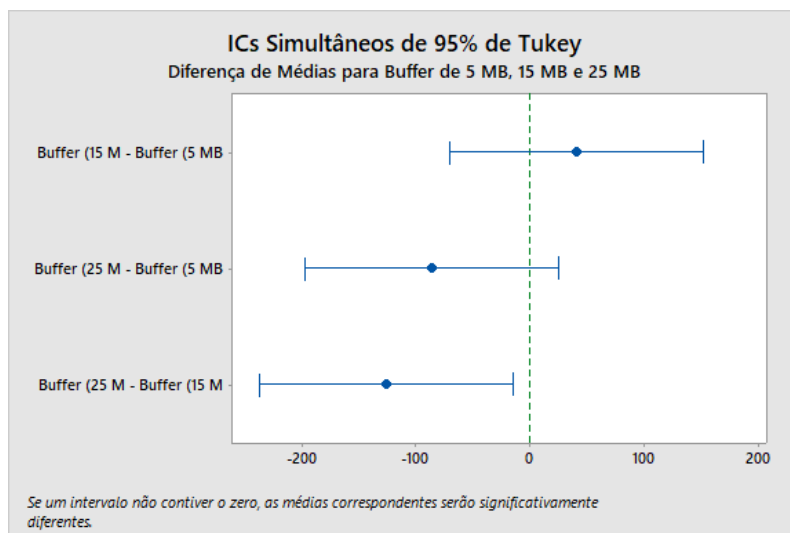


Figura 2. ICs Simultâneos de 95% de Tukey

Notamos que o valor 0 (zero) está contido nos intervalos de confiança entre os *buffers* de tamanho 15 MB e 5MB, além dos *buffers* de 25 MB e 5 MB. Já entre o intervalo dos *buffers* de 15 MB e 25 MB o valor 0 (zero) não está contido. A partir disso, conclui-se também que o desempenho médio da latência onde o *buffer* for 15 MB e 25 MB são significativamente diferentes.

5. Conclusão

Este trabalho apresentou uma avaliação da latência do protocolo VDTN PRoPHET em relação a diferentes tamanhos de *buffers* (5 MB, 15 MB e 25 MB). Foram propostas duas hipóteses sobre a influência do tamanho do *buffer* em relação ao desempenho da latência. A primeira hipótese é que as latências não se diferem. Já a segunda hipótese é que haveria pelo menos um dos tamanhos de *buffer* estudado com latência diferente. Com testes realizados, foi possível observar que havia uma diferença significativa entre a latência dos *buffers* de tamanho 15 MB e 25 MB. Com esses resultados, podemos concluir que o *buffer* é um fator que contribuiu diretamente no desempenho da latência em redes que utilizam o protocolo VDTN PRoPHET. Como trabalho futuro pretendemos realizar testes alterando outros fatores, correlacionando-os com o *buffer*, utilizando-se de métodos estatísticos de variáveis dependentes, como também trabalhar com maiores amostras.

Referências

- Ayub, Q., Zahid, M. S. M., Rashid, S., and Abdullah, A. H. (2014). Df++: An adaptive buffer-aware probabilistic delegation forwarding protocol for delay tolerant network. *Cluster computing*, 17(4):1465–1472.
- Campos, C. A., de Moraes, L. F., and Silva, R. F. Caracterização da mobilidade veicular e o seu impacto nas redes veiculares tolerantes a atrasos e desconexões. *Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores (SBRC)(Maio 2010)*, pages 585–598.
- Choudhary, N., Mittal, K., Kota, K. D., Nagrath, P., and Aneja, S. (2016). Analyzing and designing energy efficient routing protocol in delay tolerant networks. *CSI transactions on ICT*, 4(2-4):285–291.
- da Silva Nunes, J. J. (2013). Aplicações para redes veiculares tolerantes a atrasos.
- Filho, S. G. P., de Sousa, R. S., and Soares, A. C. (2016). Impacto do uso de rsus em um protocolo de controle de congestionamento de tráfego baseado em redes veiculares.
- OLIVEIRA, A. F. (2008). Testes estatísticos para comparação de médias. *Revista Eletrônica Nutritime*, 5(6):777–788.
- Palmeira, P. C. and dos Santos, M. P. (2015). Survey em redes veiculares usando o mixim sobre o omnet++. *Interfaces Científicas-Exatas e Tecnológicas*, 1(2):47–56.
- Shinko, I., Oda, T., Spaho, E., Kolici, V., Ikeda, M., and Barolli, L. (2015). A simulation system based on one and sumo simulators: Performance evaluation of first contact, prophet and spray-and-wait dtn protocols. In *Broadband and Wireless Computing, Communication and Applications (BWCCA), 2015 10th International Conference on*, pages 137–142. IEEE.
- Soares, V. N., Dias, J. A., Isento, J. N., and Rodrigues, J. J. (2013). Protocolos de encaminhamento para redes veiculares com ligações intermitentes. In *CRC 2012: 12ª Conferência sobre Redes de Computadores*, pages 77–84.
- Sok, P., Tan, S., and Kim, K. (2013). Prophet routing protocol based on neighbor node distance using a community mobility model in delay tolerant networks. In *High Performance Computing and Communications & 2013 IEEE International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing (HPCC_EUC), 2013 IEEE 10th International Conference on*, pages 1233–1240. IEEE.