

Análise da Ferramenta Mininet como Ambiente de Experimentação de Redes Definidas por Software

Tolentino A. R. Junior¹; Edney A. do Nascimento²; Hugo P. Kuribayashi¹

¹Faculdade de Computação e Engenharia Elétrica, IGE-Unifesspa, Marabá-PA, Brasil.

²Centro de Tecnologia da Informação e Comunicação, Unifesspa, Marabá-PA, Brasil.

Palavras-Chave: Redes Definidas por Software, Mininet, Ambiente de Experimentação.

1. INTRODUÇÃO

Conforme [1], as Redes Definidas por Software (SDN - *Software Defined Networks*) constituem um novo paradigma, mudando a forma como as redes de computadores são planejadas e gerenciadas. SDN é um modelo de redes de computadores onde o plano de controle, tradicionalmente embutido nos comutadores e *switchs*, é separado do plano de dados, que agora abstrai suas funções de forma programável por software por meio do plano de controle [2]. Adicionalmente, as redes SDN podem proporcionar velocidade e agilidade na implantação de novos serviços e funcionalidade, já que a programabilidade da rede a partir da visão centralizada do plano de controle flexibiliza e tende a simplificar a gerência da rede [3].

Um outro fator chave no paradigma das Redes Definidas por Software é que as decisões de gerenciamento da rede são centralizadas e todas as configurações de políticas são realizadas em um único plano de controle, que concentra uma visão global de todos os componentes. Assim, apesar de a rede ser composta por múltiplos equipamentos, incluindo potencialmente equipamentos de diversos fabricantes, o plano de controle tem a visão de gestão da rede como um único dispositivo, capaz de descobrir automaticamente novos caminhos e ser resiliente a eventuais falhas.

O estado da arte tem apresentado soluções inovadoras que trazem diversos benefícios científicos e tecnológicos, porém para que estas vantagens sejam tangíveis e reais, necessitam de ambientes de experimentação SDN adequados e analisados exaustivamente para oferecer elevados níveis de confiança. Há diversos ambientes de experimentação para SDN, que abordam as mais variadas técnicas de implementação e uso, que variam desde técnicas de simulação e/ou virtualização, até o uso de *testbeds* públicos. Desta forma, a importância de testes conclusivos feitos em bons ambientes de experimentação no plano de dados em SDN é eminente e oportuna.

Assim, este trabalho visa analisar características do ambiente de experimentação Mininet, dada sua popularidade, como contribuição inicial no sentido de avaliar outras ferramentas, porém de modo a prover insumos para que pesquisadores possam escolher adequadamente ferramentas relacionadas ao protocolo OpenFlow.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O Mininet é uma das ferramentas mais utilizadas quando se utiliza emulação de redes de forma virtual. Esta característica foi um dos motivos que fizeram com que ela fosse escolhida para este experimento, além disso, ela permite que seja feita uma avaliação de SDN usando o protocolo OpenFlow e fazendo uso de apenas um host [4]. Outro ponto forte do Mininet é que ele permite a virtualização de um sistema operacional dando a liberdade para o usuário criar, personalizar e compartilhar a rede que ele criou, possibilitando a criação de controladores, *switchs* e *hosts* [5]. Esse emulador tem uma característica distinta que chama

atenção por usar controladores remotos reais e permitindo a integração das topologias criadas com os mesmos.

Este trabalho tem como objetivo realizar testes com a ferramenta Mininet para avaliar o seu comportamento na construção de topologias de redes que usem o protocolo OpenFlow. Tendo conhecimento dos critérios de avaliação que foram definidos torna-se interessante saber como se comporta o OpenFlow diante dos testes a qual foram realizados com ele. Devido a isto, escolheu-se com cuidados os testes que seriam feitos com o mesmo, onde foram avaliados a capacidade de tratar requisições simultâneas, e elevou-se o tráfego de dados para ver como ele reagiu e foi avaliado usando protocolos de transporte TCP e UDP.

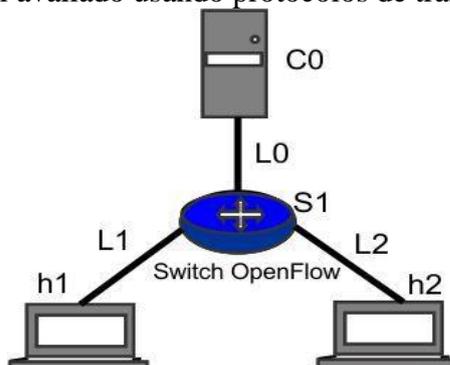


Figura 01: Topologia de Rede SDN utilizada neste trabalho.

Para a execução dos testes projetou-se uma topologia que fosse utilizada no Mininet que atende-se as características básicas de uma rede real para ver como ele reagiria diante de cada execução. Desta forma, conforme a Figura 01, a topologia escolhida possui 02 (dois) hosts, 01 (um) controlador remoto no qual o escolhido foi o Ryu¹ que foi instalado em uma outra máquina virtual, utilizando o sistema operacional Ubuntu, e um *switch* OpenFlow. Esta topologia atende aos requisitos necessários para avaliar o comportamento Mininet e sua implementação não é complexa [1].

Cada teste teve uma duração fixa igualmente de 15 (quinze) segundos, esta medida de tempo foi escolhida, pois é o tempo necessário para realizar as criações dos pacotes que possuem tamanhos diferentes, para a geração de tráfego e para fazer o monitoramento da ferramenta.

Para a realização dos testes foram utilizadas (02) duas máquinas virtuais do *hypervisor* VirtualBox² (versão 5.1), alocadas 01 (uma) para controlador Ryu versão 4.2.2, e outra para execução do Mininet (versão 2.2.2). Ao se considerar a infraestrutura de virtualização, esta foi instalada em um Sistema Operacional Windows 7, 64 bits (4 GB RAM, 500 GB HD). O controlador Ryu possui suporte às versões 1.0, 1.2, 1.3 e 1.4 do protocolo OpenFlow. Também é utilizado neste trabalho o Iperf³ (versão 2.0.5), que é um software utilizado para testar a largura de banda, podendo realizar injeção de pacotes para medir o desempenho de redes de computadores. O demais parâmetros utilizados na simulação são resumidos pela Tabela 01.

¹ Ryu (component-based software defined networking framework): <https://osrg.github.io/ryu/>

² Oracle VM VirtualBox - <https://www.virtualbox.org/>

³ Iperf - The TCP, UDP and SCTP network bandwidth measurement tool - <https://iperf.fr/>

Tabela 01: Parâmetros de configuração utilizado no Mininet.

Parâmetro de Simulação	Configuração	Referência
Topologia	Topologia estrela com controlador remoto	[1]
Tamanho de Pacotes	536/1460 bytes	[6]
Capacidades dos Links	L0/L1/L2: 100 Mbps	[1]
Número Total de Experimentos	40	(Próprio Autor)
Intervalo de Confiança	95%	(Próprio Autor)
Protocolos de Transporte	TCP/UDP	[6]

Neste trabalho são realizados 02 (dois) tipos de testes, utilizando um controlador remoto. O primeiro teste visa avaliar o desempenho da rede, observando o impacto causado ao se utilizar a topologia apresentada na Figura 01, tendo como base o protocolo de transporte TCP. No referido experimento o Iperf, onde o tamanho dos segmentos foram variados entre 536 e 1460 bytes. Tais valores foram decididos com base em [6], de modo que busca-se avaliar o impacto no desempenho da rede com tal variação, em uma SDN. O segundo experimento segue o princípio do primeiro citado, apenas variando o protocolo de transporte, que passa a ser UDP.

A partir dos experimentos realizados, com os dados obtidos, utilizou-se a Ferramenta R⁴, para tratamento de dados, aplicação do intervalo de confiança (95%) e normalização dos dados de Vazão (*Throughput*), para posterior geração dos gráficos de boxplot apresentados nas seções subsequentes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos experimentos realizados, pode-se observar que conforme o *boxplot* apresentado na Figura 01 (a), o tráfego TCP à 536 bytes se mostrou muito mais estável, cujos valores de vazão (*throughput*), apresenta mediana (2ª Quartil), de aproximadamente 19,5 Mbps. Ainda com relação ao TCP à 536 bytes, observa-se que alguns valores da vazão calculada estão abaixo do limite inferior do boxplot em questão, representando possivelmente ruídos (*outliers*), de momentos que não representam o comportamento médio dos experimentos realizados. Com relação ao TCP à 1460 bytes, conforme observado, este apresentou um comportamento mais instável que o experimento com 536 bytes, dada distância entre os limites inferiores e superiores. Em tal configuração a vazão mediana se configurou por volta de 18,8 Mbps.

Com relação ao *boxplot* apresentado na Figura 01 (b), o mesmo apresenta comportamentos estáveis para utilização do UDP com 536 e 1460 bytes para tamanho de segmento. Apesar de alguns valores de ruídos serem apresentados, especialmente abaixo dos limites inferiores de ambos os boxplots, a vazão mediana apresentada está próxima da média geral, apresentando valores aproximados de 555 e 784 Mbps para UDP/536 e UDP/1460, respectivamente.

⁴ R: Project for Statistical Computing - <https://www.r-project.org/>

4. CONCLUSÃO

Conforme o estado da arte avança no contexto de redes definidas por software, fica cada vez mais evidente a necessidade que ambientes de experimentação SDN estejam em conformidade com as especificações proposta e analisados exaustivamente para oferecer elevados níveis de confiança. Neste trabalho, após a conclusão de todos os experimentos foi possível observar que o comportamento do Mininet e do controlador Ryu foram semelhantes à de dispositivos e redes convencionais, em especial a se observar o comportamento dos protocolos TCP e UDP, combinados com variações no tamanho dos segmentos utilizados.

Desta forma, o uso do Mininet no contexto de SDN se mostrou promissor, porém sendo ainda necessária a avaliação do desempenho computacional, uma vez que o Mininet é baseado no conceito de virtualização de sistemas. Assim, caso o *overhead* imposto pela virtualização seja um empecilho em cenários de simulação que exijam alto poder computacional, a adoção do Mininet por ser problemática. Como trabalho futuros pretende-se testar outros ambientes de experimentação, em especial os de testbeds públicos, passando a medir também o desempenho computacional dos hosts envolvidos no processo de virtualização.

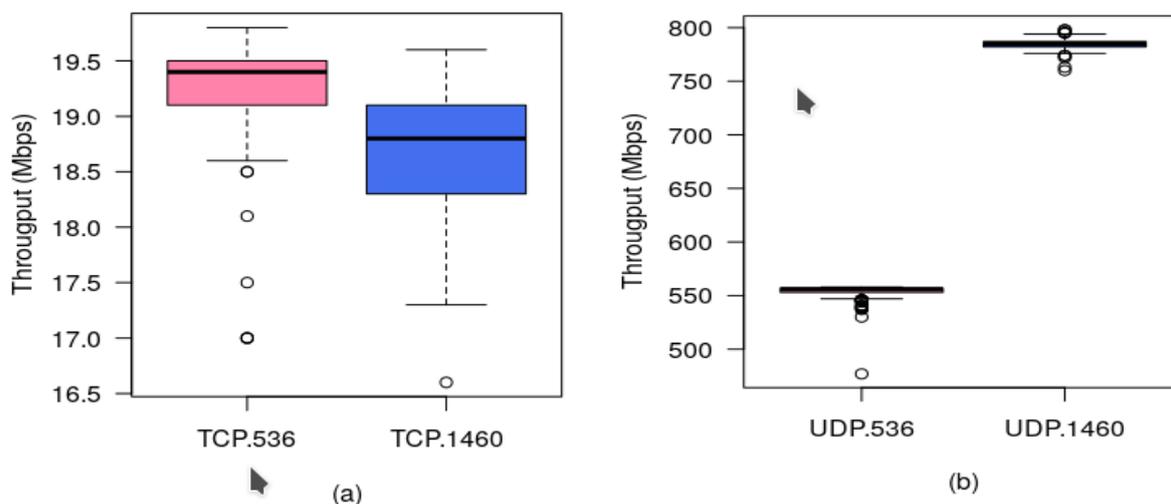


Figura 01: (a) Vazão obtida utilizando UDP com tamanho de segmentos de 536 e 1460 bytes. (b) Vazão obtida utilizando TCP como protocolo de transporte com tamanho de segmentos de 536 e 1460 bytes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Feamster, N., Rexford, J., and Zegura, E. (2014). The road to SDN: an intellectual history of programmable networks. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 44(2):87–98.
- [2] ONF. (2015) “Openflow Switch Specification 1.5.1”, <https://www.opennetworking.org/>.
- [3] Farias F. N. N., Júnior J. M. D., Salvatti J. J., Silva S., Abelém A. J. G., Salvador M.R., e Stanton M.A. (2011) “Pesquisa Experimental para a Internet do Futuro: Uma Proposta Utilizando Virtualização e o Framework Openflow”, Minicurso, SBRC 2017.
- [4] Ortiz, J., J.Londoño, and Novillo, F. (2016). Evaluation of performance and scalability of Mininet in scenarios with large data centers.
- [5] Conterato, M., de Oliveira, I., Ferreto, T., and De Rose, C. A. (2013). Avaliação do suporte à simulação de redes OpenFlow no NS-3. *Anais da 11ª. Escola Regional de Redes de Computadores*.
- [6] Oliveira, R. A. Lopes, Y. Saade, D. C. M.; Fernandes, N. C. Analisando o Comportamento de Ambientes de Experimentação baseados em OpenFlow. *Anais do XXII Workshop de Gerência e Operação de de Redes e Serviços. XXXV SBRC (2017)*.