

# Implementação de Novas Funcionalidades no Módulo OpenFlow do Simulador de Redes ns-3.

Vítor Marge Eichemberger<sup>1</sup>, Luciano Jerez Chaves<sup>2</sup>, Islene Calciolari Garcia<sup>3</sup>.

1. Graduando em Engenharia da Computação na Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP; \*vitor.marge@gmail.com

2. Doutorando em Ciência da Computação no Instituto de Computação – UNICAMP;

3. Professora Doutora no Instituto de Computação – UNICAMP;

Palavras Chave: Redes Definidas por Software, Protocolo OpenFlow, Simulador de Redes ns-3.

## Introdução

As Redes Definidas por Software (SDN, do inglês *Software-Defined Networking*) vem ganhando atenção dos meios acadêmico e da indústria. Uma rede SDN modifica a tradicional arquitetura de redes, levando a “inteligência” do roteamento de dados que antes encontrava-se no *hardware* dos equipamentos da rede (em sua maioria, roteadores e *switches*), para dentro de um *software* chamado de controlador. Neste caso, os equipamentos caros e sofisticados produzidos pelas grandes empresas passam a ser substituídos por equipamentos programáveis mais simples, de propósito geral. Por sua vez, o controlador torna-se responsável por programar dinamicamente estes equipamentos de acordo com a necessidade da rede. O OpenFlow é o primeiro padrão projetado especialmente para redes SDN, permitindo a comunicação entre o controlador e os *switches* da rede. Ele viabiliza, com alta performance, o controle de tráfego granular através de múltiplos dispositivos de redes [1]. Como a avaliação de desempenho de redes através de simulações em *software* é uma abordagem muito usada por pesquisadores com a finalidade de obter resultados mais rapidamente, este trabalho focou na expansão do já conhecido Simulador de Redes ns-3 [2] para viabilizar simulações com a tecnologia OpenFlow. O projeto objetiva incluir implementação de novas funcionalidades, melhorias na documentação e alguns novos casos de testes para o módulo OpenFlow do simulador.

## Resultados e Discussão

Embora a proposta original fosse focada em melhorias no módulo existente do OpenFlow no ns-3, os autores concluíram que o módulo disponível era muito ultrapassado, e que novas funcionalidades importantes do OpenFlow foram introduzidas nas versões mais recentes. Então, um novo módulo inteiro foi desenvolvido ao longo deste projeto: o `ofswitch13`. Este módulo `ofswitch13` interconecta o simulador ns-3 à uma biblioteca externa para criar tanto um dispositivo de rede que atue como um switch OpenFlow versão 1.3, quanto uma interface para implementação de controladores OpenFlow 1.3. A Figura 1 ilustra a arquitetura do módulo. Com este módulo é possível interconectar os nós das simulações no ns-3 para enviar e receber tráfego usando os dispositivos Ethernet já existentes no simulador. Como originalmente proposto, o módulo `ofswitch13` foi melhorado com um conjunto de novos cenários de exemplo, que podem ser usados por usuários iniciantes como um ponto de partida para novas simulações. Além disto, alguns novos casos de teste foram inseridos para validar a implementação do `ofswitch13`, e a documentação deste foi redigida em acordo com as diretrizes do ns-3. O módulo foi utilizado

pelos autores durante experimentos envolvendo a integração de redes SDN com as redes móveis 4G LTE (*Long Term Evolution*). Esta integração resultou na publicação do artigo intitulado “*Integrating OpenFlow to LTE: some issues toward Software-Defined Mobile Networks*” [3], apresentado na conferência IEEE NTMS 2015. O módulo desenvolvido, de código livre, está disponível em sua página na web [4].

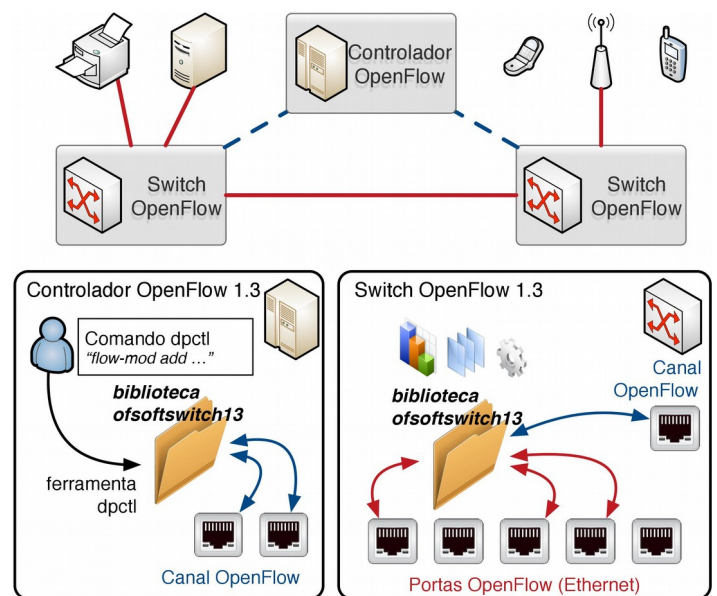


Figura 1. A arquitetura do módulo `ofswitch13`.

## Conclusões

O módulo `ofswitch13` foi projetado para ampliar o ns-3 com suporte à tecnologia OpenFlow versão 1.3. O novo módulo foi desenvolvido, documentado e validado durante este projeto. O código é livre, e encontra-se disponível na página web do projeto [4]. Os resultados deste projeto resultaram em publicação numa conferência internacional, ilustrando o uso do módulo em cenários específicos.

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao CNPq pelo suporte financeiro (processo 118198/2014-9).

[1] **Software-defined networking: The new norms for networks**. White Paper, Open Networking Foundation, Abr. 2012.

[2] **Simulador de redes ns-3**. Disponível em: <http://www.nsnam.org>. Último acesso em 12/02/2016

[3] Chaves, L.; Eichemberger, V.; Garcia, I. e Madeira, E. **Integrating OpenFlow to LTE: some issues toward Software-Defined Mobile Networks**. In Proc. on Conf. on New Technologies, Mobility and Security (NTMS), 2015.

[4] **Módulo OpenFlow 1.3 para o ns-3**. Disponível em:

<http://www.lrc.ic.unicamp.br/ofswitch13>. Último acesso em 12/02/2016