

## Proposta de implementação de um balanceador de carga utilizando SDN e NFV

Gabriel Marchesan<sup>1</sup>, Anderson M. da Rocha<sup>1</sup>, Nilton C. B. da Silva<sup>1</sup>, Ricardo B. Gomes<sup>1</sup>, Roseclea D. Medina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>GRECA - Grupo de Redes e Computação Aplicada  
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação  
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Santa Maria, RS - Brasil

{gmarchesan, amonteiro, nbatista, ricardo, rose}@inf.ufsm.br

**Abstract.** *This work aims for the presentation a integration proposal of the technologies Software Defined Networks and Network Functions Virtualization through implementing a virtualized load balancer, solution called "NFV Load Balancer". Moreover, with this integration, can take advantage of the intelligence and global view of network of the SDN controller and gain better control of the instances implemented in NFV, obtaining many advantages provided by this feature by integrating these two new technologies area Computer Networks.*

**Resumo.** *Este trabalho tem por objetivo apresentar uma proposta de integração das tecnologias Software Defined Networking (SDN) e Network Function Virtualization (NFV) através da implementação de um balanceador de carga virtualizado, solução denominada de "NFV Load Balancer". Além disso, com esta integração, pode-se aproveitar a inteligência e a visão global da rede do controlador SDN e obter um melhor controle das instâncias implementadas em NFV, obtendo muitas vantagens proporcionadas por esta funcionalidade através da integração destas duas novas tecnologias da área de Redes de Computadores.*

### 1. Introdução

Apesar da grande expansão da Internet, em termos de quantidade de dados trafegados, de usuários conectados, de penetração e uma vasta gama de aplicações, não observou-se significativamente uma evolução em sua arquitetura nos últimos anos. Algumas modificações que já foram realizadas na arquitetura da Internet, não estão sendo suficientes para atender as demandas de novas aplicações que vem sendo inseridas todos dias na Rede.

Ao longo dos anos, a Internet tornou-se comercial, e os equipamentos de rede tornaram-se "caixas pretas", ou seja, implementações integradas verticalmente baseadas em *software* fechado sobre *hardware* proprietário [Matias *et al.*, 2015]. Além disso, as redes vem se tornando parte da infraestrutura crítica de diversos ambientes, pois sua utilização é essencial em trabalhos empresariais, comerciais, domésticos, acadêmicos, entre outros. Com todos esses problemas surgindo, muitos pesquisadores afirmam que a arquitetura de redes de computadores em geral e a Rede Mundial de Computadores (Internet) atingiram um nível de amadurecimento que as tornaram pouco flexíveis

[Guedes *et al.*, 2012]. O resultado desse modelo é o já reconhecido engessamento da Internet [Chowdhury and Boutaba, 2009].

Em contraste a essa realidade os pesquisadores de redes e a comunidade científica começaram a desenvolver propostas para a criação de novas tecnologias de redes de computadores, ou seja, novas arquiteturas de implementação do núcleo da rede. Nesse contexto, novas arquiteturas de redes são propostas, tais como, *Software Defined Networking* (SDN) [McKeown *et al.*, 2008] sendo traduzida para Redes Definidas por *Software* e mais recentemente a *Network Function Virtualization* (NFV) [ETSI, 2012], ou seja, a Virtualização das Funções de Rede.

Nesse sentido, este trabalho tem por objetivo apresentar uma proposta de integração destas duas tecnologias através da implementação de um balanceador de carga virtualizado, solução denominada de “NFV Load Balancer”, mostrando como seria o seu funcionamento e os possíveis benefícios proporcionados por esta funcionalidade através da integração destas duas novas tecnologias de Rede.

A próxima seção apresenta os trabalhos relacionados. A seção 3, descreve a proposta de implementação do balanceador de carga utilizando SDN e NFV. Por fim, a seção 4 descreve as considerações finais deste trabalho.

## 2. Trabalhos Relacionados

Em [Liberato *et al.*, 2014] apresentou-se uma proposta de balanceamento de carga utilizando-se *hardware* de baixo custo e tecnologia SDN. A proposta de tais autores consiste em utilizar equipamentos não especializados de prateleira para demonstrar a viabilidade de habilitar o protocolo *OpenFlow* na versão 1.3, dessa forma permitindo a incorporação de novas características pelo projetista de rede. Para realizar tal projeto, foi realizada a substituição do sistema operacional *RouterOS*, que suporta apenas OF 1.0, pelo *OpenWRT* que permite a instalação de switches virtuais que suportam OF 1.3.

O trabalho de [Olaya, Bernal and Mejía, 2016] apresenta uma aplicação de balanceamento de carga para servidores *Web* utilizando os algoritmos de enfileiramento *First In, First Out* (FIFO), *Round Robin* (RR) e *Deficit Round Robin* (DRR). A aplicação foi desenvolvida para o controlador SDN Ryu, onde os testes foram realizados em uma rede real através de switches com suporte ao protocolo *OpenFlow* e em uma rede virtual utilizando o simulador Mininet. Para realizar os testes e verificar o correto funcionamento de cada algoritmo desenvolvido foi criado uma topologia onde alguns clientes realizavam requisições aos servidores *Web*. Além disso, verificou-se o comportamento e o tempo de resposta da aplicação realizando-se requisições utilizando-se os protocolos HTTP, HTTPS, tráfego de áudio e vídeo.

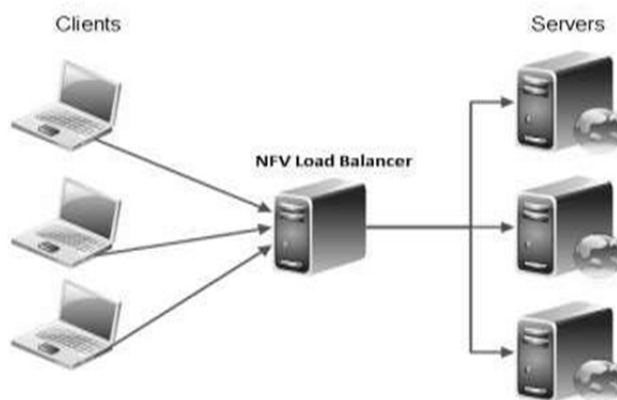
## 3. NFV Load Balancer

Embora SDN e NFV possam existir de forma independente, muito mais benefícios podem ser alcançados de forma eficaz quando estas duas tecnologias trabalham em conjunto. Através da integração destas duas tecnologias, pode-se aproveitar a inteligência de um controlador SDN para gerir funcionalidades implementadas em NFV de acordo com o estado e as demandas da rede. Além disso, novas instâncias virtualizadas de rede podem ser inicializadas conforme as mudanças e necessidades das aplicações e de negócios do cliente [Han *et al.*, 2015].

O serviço de balanceamento de carga é muito importante nas redes de computadores, tem vantagens e características, tais como: aumentar a escalabilidade e a flexibilidade da rede quando é adicionado e requisitado o processamento de novos recursos; aumentar o desempenho da rede pela utilização dos recursos de forma equilibrada, transparente aos usuários finais; tolerância a falhas, já que se um servidor falhar a carga pode ser redistribuída aos outros servidores existentes sem comprometer o processamento das requisições, etc.

O balanceador de carga virtualizado proposto nesta pesquisa utiliza em conjunto as tecnologias SDN e NFV. Nesse sentido, além de ter um custo menor, tem algumas características particulares e oferece muitas vantagens em relação ao balanceador de carga tradicional implementado em *hardware* dedicado com tecnologia proprietária. Utilizando-se está função de rede virtualizada, as regras de balanceamento de carga podem ser definidas de acordo com as várias aplicações existentes, e o equilíbrio de carga pode ser feito com a visão global da rede que o controlador SDN possui. Nesse contexto, por exemplo, se houver uma falha no caminho da rede em particular, as regras de fluxos podem ser alteradas de modo que um caminho diferente é estabelecido para alcançar a entidade da VNF, além disso, a largura de banda e a qualidade de serviço também podem ser ajustadas dinamicamente para determinados fluxos que deseja-se ter prioridade no tráfego da rede.

Ainda, se a demanda por capacidade de balanceamento de carga aumenta, a camada de orquestração de rede pode rapidamente alocar novas instâncias de balanceamento de carga e também ajustar a rede de comutação de infraestrutura para acomodar os padrões de tráfego alterados. Por sua vez, a entidade VNF de balanceamento de carga pode interagir com o controlador SDN para avaliar o desempenho e a capacidade da rede em determinados intervalos de tempo e usar estas informações adicionais para equilibrar melhor o tráfego entre as entidades responsáveis pelo balanceamento de carga. Além do mais, pode-se até mesmo solicitar o provisionamento de novas instâncias virtuais adicionais para melhorar a realização deste serviço ou então liberar estas instâncias caso as mesmas não sejam mais necessárias, desta forma liberando recursos computacionais e também provendo economia energética. A Figura 1 ilustra, de forma simplificada, o funcionamento do balanceador de carga proposto neste trabalho.



**Figura 1 – NFV Load Balancer**

**Fonte: Autoria própria**

#### 4. Considerações Finais

Através desta proposta de integração das tecnologias SDN e NFV pode-se implementar em *software* a funcionalidade de balanceamento de carga, sendo a mesma virtualizada em *hardware* de uso geral, não necessitando de gastos significativos com o uso de *hardware* especializado (*middlebox*) com tecnologia proprietária, logo diminuindo o custo do balanceador de carga. É importante ressaltar que é possível implementar as tecnologias SDN e NFV de forma separada, mas os benefícios proporcionados por ambas as tecnologias podem ser mais eficazes quando as mesmas são utilizadas em conjunto. Desta forma, pode-se aproveitar a inteligência e a visão global da rede do controlador SDN e obter um melhor controle das instâncias implementadas em NFV de acordo com o estado e demandas da rede.

Além disso, novas instâncias virtualizadas de rede podem ser inicializadas conforme as mudanças e necessidades das aplicações e de negócios do cliente. Ainda, se a demanda por capacidade de balanceamento de carga aumenta, através da comunicação do controlador SDN com a entidade VNF, pode-se aprovisionar novas instâncias virtuais ou então liberar instâncias virtuais que não sejam mais necessárias para realizar o serviço em questão. Desta forma, é possível maximizar os recursos computacionais e também diminuir os gastos energéticos.

#### Referências

- Chowdhury, N.; Boutaba, R. (2009) "Network virtualization: state of the art and research challenges" em IEEE Communications Magazine, v.47, n.7, p.20–26.
- Guedes, D. *et al.* (2012) "Redes Definidas por Software: uma abordagem sistêmica para o desenvolvimento das pesquisas em redes de computadores". XXX Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos - SBRC, p.160–210.
- Han *et al.* (2015) "Network Functions Virtualization: Challenges and Opportunities for Innovations", em IEEE Communications Magazine, v.53, n.2, p.90-97.
- Liberato, A.; Mafioletti, D.; Spalla, E.; Martinello, M.; Villaça, R. (2014) "Balanceamento de Carga em SDN Provido por Comutadores Estocásticos de Prateleira", em Anais do V Workshop de Pesquisa Experimental da Internet do Futuro - WPEIF 2014, p.13-16.
- Matias, J., Garay, J., Toledo, N., Unzilla, J., and Jacob, E. (2015). "Toward an sdn-enabled nfv architecture". IEEE Communications Magazine, 53(4):187–193.
- McKeown, N. *et al.* (2008) "OpenFlow: enabling innovation in campus networks", em ACM SIGCOMM Computer Communication, p.1–6.
- NFV White Paper. (2012) "Network Functions Virtualisation: An Introduction, Benefits, Enablers, Challenges & Call for Action", Disponível em: [http://portal.etsi.org/NFV/NFV\\_White\\_Paper.pdf](http://portal.etsi.org/NFV/NFV_White_Paper.pdf). Acesso em: Julho, 2017.
- Olaya, M. E.; Bernal, I; Mejía, D. (2016) "Application for load balancing in SDN," em *8th Euro American Conference on Telematics and Information Systems (EATIS)*, Cartagena, 2016, p. 1-8.