

# Serviços de Infraestrutura para Computação em Nuvem Usando Virtualização de Funções de Rede

Douglas P. Lopes, Joel C. Queiroz, L.H. Bonani

*Universidade Federal do ABC*

*Pós-graduação em Engenharia da Informação*

*douglas.lopes@ufabc.edu.br, joel.queiroz@ufabc.edu.br, luiz.bonani@ufabc.edu.br*

**Abstract:** A adoção da virtualização de funções de rede (NFV) pelas operadoras e provedores de serviços de infraestrutura de TI está sendo impulsionado pela demanda por serviços dinâmicos e pela demanda dos clientes por mais controle sobre os seus serviços de rede. Esse trabalho visa oferecer um resumo das principais características, do funcionamento e dos benefícios dessa tecnologia quando são adotadas nos ambientes das operadoras que visam a redução dos custos, adaptabilidade às demandas dos clientes e agilidade na implantação de novos serviços e funcionalidades.

## 1. Introdução

Há algum tempo os componentes computacionais de processamento, memória e armazenamento têm sido virtualizados. Componentes virtualizados são largamente utilizados nas nuvens públicas e privadas como meio de oferecer serviços de TI sob demanda, otimizando o uso de recursos e alocando de forma rápida e eficiente aplicações e serviços em linha [1]. As operadoras, que têm papel fundamental no fornecimento de serviços de infraestrutura de rede, estão seguindo também em direção da virtualização das funções de rede (Network Function Virtualization(NFV)) [2]. À medida que o aumento da demanda por largura de banda, flexibilidade e velocidade se tornou exponencial, a ideia de superdimensionar as redes para suportar os picos de tráfego se torna cada vez mais inacessível e insustentável. Em geral, nessas redes, são utilizados hardware e softwares dedicados, desenhados e configurados para funções específicas. Para aumentar a agilidade e o controle sobre a rede, a NFV implica em programaticamente controlar as funções de rede por meio de software. Seguindo as recomendações do Instituto Europeu de Padronização das Telecomunicações (European Telecommunications Standards Institute (ETSI)) [3] e do Grupo de Padronização da Indústria NFV (Industry Standard Group (ISG)) a NFV surgiu como meio de virtualizar as funções de rede sobre uma rede definida por software (SDN (Software-Defined Network)) [4]. Com a NFV e a SDN, cada vez mais funcionalidades de rede estão sendo implementadas usando-se software no lugar de hardware [5] [6]. A NFV oferece aos provedores de serviços e operadores a oportunidade de reduzir seus custos de infra-estrutura, acelerando a configuração e a implantação de novos serviços de rede. Este novo e mais flexível ambiente de serviços de rede baseado em software, permite que provedores de serviços e operadoras implementem rapidamente novos serviços de rede para suprir as suas necessidades ou para atender demandas específicas de clientes, encurtando o processo que muitas vezes levava semanas ou meses, para dias ou minutos. Essa agilidade nos negócios cria uma vantagem competitiva significativa, pois permite que as operadoras de rede busquem novos mercados e oportunidades que não eram economicamente viáveis usando hardware e software de rede tradicional, fazendo isso muito mais rapidamente [7].

## 2. O que é NFV?

A NFV pode reduzir ou eliminar a necessidade de hardware e software proprietários para fins específicos numa infraestrutura de rede. Ela pode oferecer a uma operadora ou provedor a possibilidade de implementar um hardware x86 convencional, no lugar de usar componentes de hardware específicos para cada novo serviço ou aplicação. As NFVs executam dispositivos virtualizados que fornecem as mesmas funcionalidades de rede. Conceitualmente uma operadora ou provedor de serviços de infraestrutura poderia disponibilizar um dispositivo de rede virtualizado sob demanda e atualizar suas funcionalidades através de atualizações de software com o decorrer do tempo [8]. A Figura 1 compara o modelo de rede clássico com o novo modelo.

Firewalls, Roteadores de Borda (Provider-Border Routers(PE)), Inspectores de Pacotes (Deep Packet Inspection (DPI)) e criptografia são exemplos de funções de rede que as operadoras fornecem usando hardwares específicos,

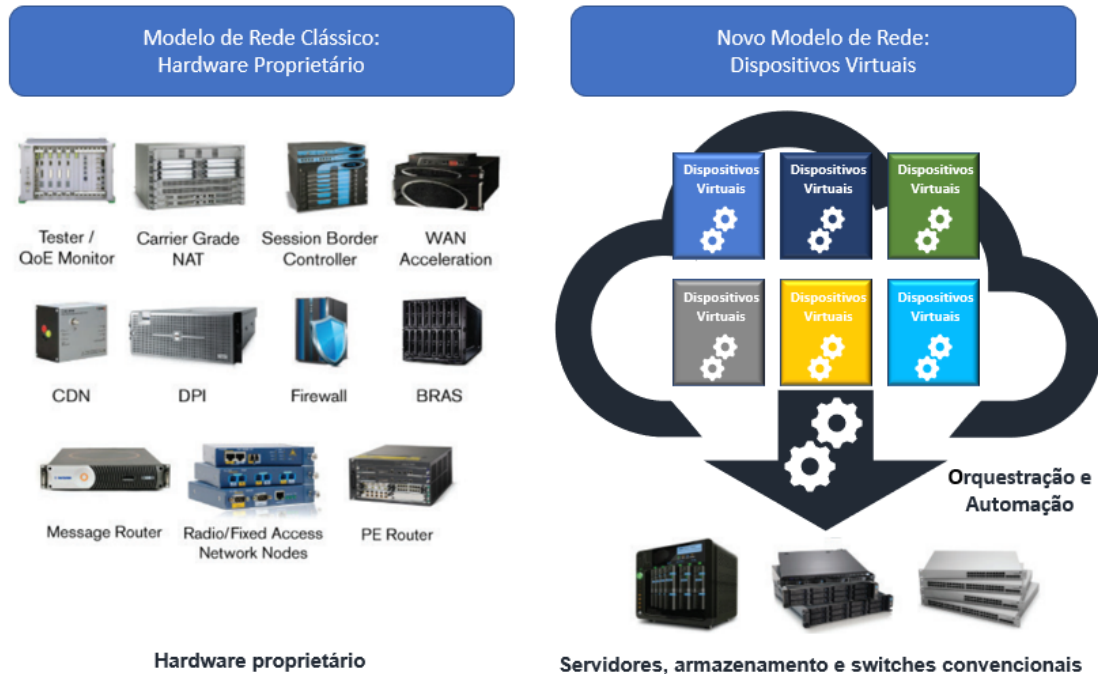


Figura 1. O modelo de rede clássica apresenta dispositivos e componentes baseados em hardware, enquanto o novo modelo de rede virtual utiliza dispositivos e componentes virtuais. Imagem baseada no modelo ETSI.

geralmente de fabricantes diferentes. Cada um desses elementos tem seu próprio ciclo de vida, certificação e gerenciamento. Por isso, adicionar uma nova funcionalidade ou serviço rapidamente é difícil. O gerenciamento desses vários fornecedores é complicado, caro, difícil de escalar e suportar.

### 3. Como funciona uma NFV?

No modelo de NFV, os dispositivos virtuais que ficam em servidores físicos ou virtuais substituem os dispositivos de rede dedicados baseados em hardware. As funções de operação e administração são tratadas por meio de um sistema de orquestração que coordena os dispositivos virtuais em operação na rede [5]. Como nas máquinas virtuais, os dispositivos virtuais são selecionados com base nas necessidades do cliente final e implementados sob demanda, quando e onde eles são necessários. A capacidade de se adaptar às mudanças na necessidade do cliente se baseia no carregamento do aplicativo apropriado nos servidores. Além disso, quando o dispositivo virtual não é mais necessário, o espaço no servidor pode ser liberado para uso por outro aplicativo. O compartilhamento de recursos dessa forma ajuda os provedores de serviços a reduzir seus custos globais.

### 4. Porque usar a NFV?

A NFV permite simplificar a arquitetura de rede ao mesmo tempo que aumenta a capacidade de expansão e de adaptabilidade às mudanças tecnológicas. Por exemplo, uma empresa poderia desejar ter conectividades com suas filiais por meio de uma rede IP Ethernet que exigiria ter equipamentos de roteamento, encriptação e comutação em cada uma das localidades. Para isso, essa empresa precisaria obter, instalar e gerenciar três tipos de dispositivos de hardware para atender essa necessidade. Os custos incluiriam as despesas de compras de cada item, conhecido como despesas de capital (Capital Expenses (CAPEX)) e os custos operacionais de teste, instalação e gerenciamento, conhecido como despesas operacionais (Operational Expenses(OPEX)). Deve-se incluir também os custos relacionados ao uso de espaço físico e energia num datacenter ou sala destinada a manter esses equipamentos. Usando uma NFV a operadora ou provedor de serviços dessa empresa, poderia prover serviços de roteamento, criptografia de dados e serviços de segurança virtualizados muito mais atrativos do ponto de vista econômico e com muito mais funcionalidades. Um servidor convencional poderia ser instalado na localidade da empresa, as aplicações para cada uma das funções ne-

cessárias poderiam ser baixadas e instaladas, sendo todas executadas no mesmo servidor. Os provedores de serviços e clientes corporativos continuam a exigir melhores serviços a custos mais baixos. A NFV introduz o conceito de funções de rede altamente ágeis, baseadas em software, que aumentam a capacidade de resposta aos requisitos do usuário final, sendo mais fáceis de gerenciar e mais rápidas de implementar. A NFV oferece vantagens competitivas distintas em relação aos serviços de rede tradicionais [9]. Ela também, pode fornecer aos usuários finais maior controle sobre seus próprios serviços de WAN (Wide Area Network), incluindo o provisionamento flexível de funções de rede. O que aumenta a agilidade, segurança e proporciona economia considerável em comparação ao uso de dispositivos dedicados. A NFV promete não apenas melhorar a escalabilidade e a agilidade das operações de um provedor de serviços, mas também reduzir custos de rede. No exemplo acima, onde a operadora de rede está fornecendo serviços virtualizados para uma empresa, o CAPEX é reduzido por meio de compras de hardware menores, mais baratas e menos frequentes. O OPEX também é reduzido por meio de requisitos menores de espaço físico e energia e, em menor grau, por meio de menor necessidade de qualificação de fornecedores e testes de interoperabilidade. No lugar do CAPEX de hardware, a empresa paga pelas funções virtuais baseadas em software que selecionou para suas filiais. À medida que as necessidades de seus negócios mudam, devido a mudanças nos hábitos dos clientes, locais das lojas ou a adição de novos serviços e produtos em seu portfólio, a rede virtual da empresa pode ser alterada conforme a necessidade, implementando exatamente os serviços de rede necessários [5].

## 5. O Ecossistema NFV

Com a NFV, as operadoras de rede podem oferecer a soluções de infraestrutura de rede com uma abordagem parecida a dos *marketplaces* - onde o cliente compra somente o que é necessário, quando necessário, de uma lista de diferentes fornecedores. Os provedores de serviços podem adquirir, fornecer e implantar rapidamente apenas a quantidade de recursos de rede necessários, com base nas demandas do cliente. Já não será mais necessário que um prestador de serviços tenha que estocar uma grande quantidade de equipamentos de rede sobressalentes em antecipação à crescente demanda do cliente que pode ou não se concretizar. Menos riscos e despesas, se traduzem em mais receita e lucro para o provedor de serviços. Depois que a operadora da rede tiver implantado um dispositivo de hardware genérico nas instalações do cliente, o cliente poderá comprar as Funções de Rede Virtual (Virtual Network Functions (VNFs)) que criarão os dispositivos virtuais necessários para as operações de rede [10]. O ecossistema VNF inclui uma ampla variedade de componentes de vários fornecedores. Alguns exemplos de VNFs incluem funcionalidade de roteador virtual (vRouter), segurança e criptografia, balanceamento de carga, Set-Top Boxes virtuais (virtual Set-Top Boxes (vSTB)), otimização de WAN e monitoramento de desempenho. Uma vez selecionados, os VNFs são controlados e operados por meio do que o ETSI definiu como função de Gerenciamento e Orquestração (Management and Orchestration (MANO)). O MANO inclui a distribuição de VNFs nos hosts, a orquestração da funcionalidade do VNF e o gerenciamento do ciclo de vida de uma VNF. O NFV MANO consiste em três áreas funcionais que realizam todas as tarefas relacionadas ao ciclo de vida de um VNF: Orquestrador NFV (NFV Orchestrator (NFVO)), Gerenciador VNF (VNF Manager (VNFM)) e Gerenciador de Infraestrutura Virtualizada (Virtualized Infrastructure Manager (VIM)). O orquestrador NFV oferece novos serviços de rede e VNFs e fornece gerenciamento de recursos globais, validação e autorização de solicitações de recursos de infra-estrutura do VNF. O VNFM controla instâncias específicas de VNF, coordenando solicitações de recursos de infraestrutura entre a instância VNF e os sistemas de gerenciamento de elementos de rede relacionados. O VIM controla e gerencia a infraestrutura NFV, que inclui recursos de computação, armazenamento e rede [4] [5] [11].

## 6. Conclusão

A necessidade de aumentar a agilidade na disponibilização de recursos de redes é uma realidade para operadoras e provedores de serviços. A computação em nuvem exige que a alocação e desalocação de recursos de infraestrutura sejam suportados por um sistema que possa fazer isso de maneira dinâmica e imediata. Dessa maneira, as NFVs passam a ter cada vez mais importância no ecossistema da computação em nuvem. Ao adotar tecnologias como a NFV e orquestração de serviços de rede as operadoras lançam mão de uma ferramenta poderosa que resulta em agilidade e eficiência. Por mais que os benefícios pareçam intangíveis, exóticos e complexos, na realidade essas tecnologias facilitam o trabalho orquestrado da rede, da nuvem e do datacenter, permitindo aos clientes maior controle sobre as funções da rede. A convergência de servidores virtualizados, armazenamento e serviços de rede, também ajuda as operadoras a gerenciar e controlar os recursos de rede com conjuntos de ferramentas comuns.

## 7. Referências

- [1] James E Smith and Ravi Nair. The architecture of virtual machines. *Computer*, 38(5):32–38, 2005.
- [2] Bo Han, Vijay Gopalakrishnan, Lusheng Ji, and Seungjoon Lee. Network function virtualization: Challenges and opportunities for innovations. *IEEE Communications Magazine*, 53(2):90–97, 2015.
- [3] NFVGS ETSI. Network function virtualization (nfv) management and orchestration. *NFV-MAN*, 1:v0, 2014.
- [4] Raul Munoz, Ricard Vilalta, Ramon Casellas, Ricardo Martínez, Thomas Szyrkowiec, Achim Autenrieth, Victor López, and Diego López. Sdn/nfv orchestration for dynamic deployment of virtual sdn controllers as vnf for multi-tenant optical networks. In *Optical Fiber Communications Conference and Exhibition (OFC), 2015*, pages 1–3. IEEE, 2015.
- [5] Rashid Mijumbi, Joan Serrat, Juan-Luis Gorricho, Niels Bouten, Filip De Turck, and Raouf Boutaba. Network function virtualization: State-of-the-art and research challenges. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 18(1):236–262, 2016.
- [6] Raj Jain and Subharthi Paul. Network virtualization and software defined networking for cloud computing: a survey. *IEEE Communications Magazine*, 51(11):24–31, 2013.
- [7] Jinho Hwang, K K. Ramakrishnan, and Timothy Wood. Netvm: high performance and flexible networking using virtualization on commodity platforms. *IEEE Transactions on Network and Service Management*, 12(1):34–47, 2015.
- [8] Xiongzi Ge, Yi Liu, David HC Du, Liang Zhang, Hongguang Guan, Jian Chen, Yuping Zhao, and Xinyu Hu. Openanfv: Accelerating network function virtualization with a consolidated framework in openstack. In *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, volume 44, pages 353–354. ACM, 2014.
- [9] Michele Mangili, Fabio Martignon, and Antonio Capone. Stochastic planning for content delivery: Unveiling the benefits of network functions virtualization. In *Network Protocols (ICNP), 2014 IEEE 22nd International Conference on*, pages 344–349. IEEE, 2014.
- [10] Sevil Mehraghdam, Matthias Keller, and Holger Karl. Specifying and placing chains of virtual network functions. In *Cloud Networking (CloudNet), 2014 IEEE 3rd International Conference on*, pages 7–13. IEEE, 2014.
- [11] Gianluca Davoli, Walter Cerroni, Chiara Contoli, Francesco Foresta, and Franco Callegati. Implementation of service function chaining control plane through openflow. In *Network Function Virtualization and Software Defined Networks (NFV-SDN), 2017 IEEE Conference on*, pages 1–4. IEEE, 2017.