

# Desafios no Gerenciamento e Orquestração da Virtualização das Funções da Rede

Carlos Henrique de Oliveira Monteiro André<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Teleinformática e Automação – GTA  
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ  
Rio de Janeiro – RJ – Brasil

choma@gta.ufrj.br

**Abstract.** *This paper presents the NFV MANO - Network Function Virtualization Management and Orchestration, an important component for the implementation of Network Function Virtualization. The NFV was proposed by ETSI in order to diminish the CAPEX and OPEX of the operational enterprises. It aims to facilitate NFV management and orchestration. With a focus on agile and secure implementation, the NFV MANO has great challenges as failure management, configuration, count, performance and security management. Eight structures are depicted and based on the architecture proposal developed by ETSI. It is described their characteristics and components, as well as it is presented their current versions and the existing challenges in the management and orchestration of resources of Network Function Virtualization.*

**Resumo.** *Este artigo apresenta o NFV MANO - Network Function Virtualization Management and Orchestration, um componente importante para a implementação da virtualização das funções de rede. A NFV foi proposta pela ETSI com o intuito de diminuir o CAPEX e OPEX das empresas operacionais. Ele tem o intuito de facilitar o gerenciamento e orquestração do NFV. Com um foco na implementação ágil e segura, o NFV MANO tem grandes desafios como gerenciamento de falha, configuração, contagem, performance e segurança, do inglês, FCAPS. Oito estruturas são retratadas, com base na proposta de arquitetura desenvolvida pela ETSI. É descrito neste artigo suas características e componentes, assim como são apresentadas as versões atuais e os desafios existentes no gerenciamento e orquestração de recursos para as funções de rede virtualizadas.*

## 1. Introdução

A demanda por conectividade com alta qualidade e disponibilidade vem crescendo no mesmo ritmo que novos sensores são desenvolvidos e agregado em vários tipos de objetos. Para atender essa demanda, o setor de telecomunicações desenvolveu um conceito que tem tudo para alavancar, ele promete baratear, agilizar e simplificar os custos das redes tanto com *CAPEX - Capital Expenditure* (em português, Despesas de Capital) quanto com *OPEX - Operational Expenditure* (em português, Despesas Operacionais) bem como reduzir o time-to-market de novos produtos e serviços. Em Outubro de 2012, um grupo de empresas como, AT&T, CenturyLink, Orange, Telecom Italia, Telefonica, etc para a padronização do *NFV - Network Function Virtualization* (em português,

Virtualização de Funções de Rede) que tem como principal atrativo a consolidação de serviços de telecomunicação de equipamentos proprietários em equipamentos genéricos. Esses equipamentos genéricos são datacenters espalhados o que permite que as empresas se preocupem apenas com o desenvolvimento e a manutenção de serviços.

A *ETSI - European Telecommunications Standards Institute* definiu uma arquitetura base como forma de criar um padrão para guiar as empresas durante a criação de seus serviços baseados em NFV. Essa arquitetura é composta por três camadas que são: NFVI - Network Function Virtualization Infrastructure ou Hypervisor; VNF - Virtual Network Function; *NFV MANO - Network Function Virtualization Management and Orchestration* [ETSI 2012].

Conforme novos serviços são instanciados dentro dos datacenters, o NFV esbarra com um grande desafio em seus gerenciamentos, dependendo do número de processos em execução, é custoso para a ferramenta o seu gerenciamento, pensando na camada de gerenciamento e orquestração, esse trabalho propõe apresentar diferentes estruturas desenvolvidas por empresas de telecomunicações referente ao NFV MANO [Marcondes 2014].

Na sessão 2 é apresentada a arquitetura proposta da NFV, onde é descrito o funcionamento básico do NFVI, VNF e NFV MANO. A sessão 3 apresenta as características do ETSI MANO FRAMEWORK, que é a proposta inicial da ETSI que é dividida entre Gerenciamento e Orquestração e Sistemas de Gestão de Rede. Na sessão 4 abordamos as normalizações e projetos de algumas empresas referentes ao NFV MANO. Por fim, na sessão 5 apresentamos uma comparação dos projetos abordados e seus status hoje.

## **2. Arquitetura NFV**

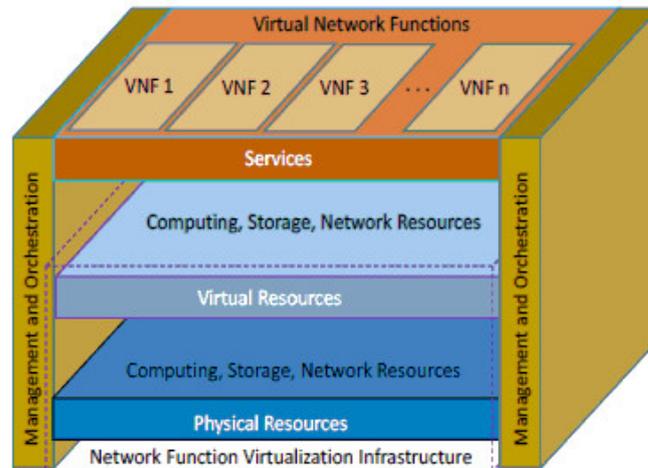
A arquitetura proposta da NFV foi desenvolvida pela *ETSI - European Telecommunications Standards Institute* e tem o papel de nortear as empresas no processo de criação de seu próprio NFV, ela é composta por três camadas: *NFVI - Network Function Virtualization Infrastructure ou Hypervisor*; *VNF - Virtual Network Function*; *NFV MANO - Network Function Virtualization Management and Orchestration* que serão apresentadas nas subseções a seguir. A Figura 1 apresenta a arquitetura da NFV definida pelo ETSI. [Mijumbi et al. 2016a].

### **2.1. NFV Infraestrutura (NFVI)**

A NFVI é a camada responsável pelos softwares e hardwares que servirão como ambiente para a instalação e execução das NFVs. Esta camada contém três recursos composta pelos softwares e hardwares que servirão como base para as VNFs. Esta camada por sua vez possui três recursos componentes: os recursos físicos, que ficam disponíveis para as *NFs (Network Functions)*, que são *computing, storage e network resources* (computação, armazenamento e recursos de rede); os recursos virtuais, que são responsáveis pela definição das *VMs (Virtual Machines)*; o hypervisor, que gerencia a utilização dos recursos físicos para a instanciação das VMs. NFVI é a combinação de ambos os recursos de hardware e software, que compõem o ambiente em que VNFs são implantados.

### **2.2. Virtual Network Functions and Services (VNF)**

As VNFs são funções de redes que são definidas por uma ou mais VM, é um bloco virtual dentro da NFVI que tem um comportamento bem definido.



**Figura 1. Arquitetura da NFV definida pelo ETSI**

A NF é um bloco funcional localizado dentro de uma infraestrutura de rede que tem definida as interfaces externas e o comportamento funcional [Lynch et al. 2014]. Como exemplo destacam-se elementos de uma rede doméstica, sendo eles servidor *DHCP* - *Dynamic Host Configuration Protocol*, *Firewall* e *DNS* - *Domain Name System*.

### 2.3. NFV Management and Orchestration (NFV MANO)

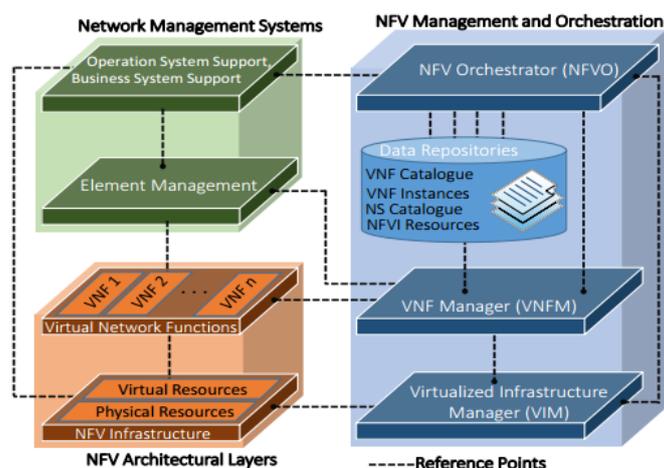
A NFV MANO é a camada da arquitetura NFV que é responsável pelo gerenciamento dos recursos virtuais. Ela controla o ciclo de vida das VNF's, abrangendo como elas serão distribuídas e migradas entres diferentes VM's da estrutura. Faz a ligação entre o ambiente virtual e o ambiente físico. Trabalha diretamente com o *OSS* (*Operations Support System*) e *BSS* (*Business Support System*). [Advisor 2014] [Lynch et al. 2014].

## 3. ETSI MANO Framework

A estrutura do *ETSI MANO Framework* é apresentado na Figura 2 [Mijumbi et al. 2016a]. Os blocos funcionais da estrutura são agrupados em três entidades funcionais distintas no quadro que são agrupados em três entidades principais: (i) *Network Management Systems*, (ii) *NFV Management and Orchestration*, e (iii) *NFV Architectural Layers*. Essas entidades, que contém seus blocos funcionais estão interligadas entre si através de várias conexões. [ETSI 2012]

### 3.1. Network Management Systems

Com a implementação da NFV não é necessária uma mudança drástica nos mecanismos atuais de provisionamento dos serviços de rede, o objetivo é uma troca de infraestrutura de rede com base em seus nós físicos, facilitando e auxiliando a integração em um ambiente heterogêneo. Os sistemas de gerenciamento de redes continuam tendo um papel importante e associando ao MANO terá grande valia. O MANO visa a virtualização de rede e as funções de gerenciamento da rede estão sendo fornecidas pelas VNFs juntamente com os nós físicos. Os sistemas de gerenciamento de rede incluem: (i) *Element Management (EM)*, (ii) *Operation System Support (OSS)*, e (iii) *Business System Support (BSS)* [Mijumbi et al. 2016b].



**Figura 2. Arquitetura proposta pela ETSI MANO**

### 3.1.1. Element Management (EM)

O *Element Management* não faz parte do MANO, caso ele esteja disponível, tem o papel de coordenar juntamente com o VNFM. Ele é responsável pela falha, configuração, contagem, performance e gerenciamento de segurança, em inglês *FCAPS - Fault, Configuration, Accounting, Performance and Security management*.

### 3.1.2. Operation System Support (OSS) / Business System Support (BSS)

OSS e BSS incluem a coleta de sistemas e aplicações simultaneamente que um provedor de serviços usa para operar seus negócios. O NFV é concebido para trabalhar em coordenação com os OSS e BSS. Inicialmente é possível estender as funcionalidades existentes para gerenciar as VNFs e o NFVI, porém eles são aplicações exclusivas de um fornecedor. As interfaces e o *Element Management* ainda não estão definidos pela ETSI porém algumas plataformas iniciaram seus estudos e implementação. Os OSS e BSS existentes agregam valor ao NFV MANO, oferecendo funções adicionais ainda não suportadas por uma implementação NFV MANO, essa ligação dentro da estrutura se dá o nome de ponto de referência aberto. [ETSI 2012].

## 3.2. NFV Management and Orchestration (NFV MANO)

O NFV MANO consiste em uma composição de três blocos funcionais, (i) *VIM - Virtualized Infrastructure Manager*, (ii) *NFVO - NFV Orchestrator*, (iii) *VNFM - VNF Manager*, e um grande banco de dados com quatro repositórios de dados (*Data Repositories*) que são: (i) *VNF Catalog*, (ii) *VNF Instances*, (iii) *NS Catalog*, e (iv) *NFVI Resources*.

### 3.2.1. Virtualized Infrastructure Manager (VIM)

A VIM gerencia e controla os recursos NFVI que inclui a parte física, como servidor e armazenamento, os recursos virtuais que são as VMs e os recursos de software que

é o *hypervisor*. Existem várias VIM em uma arquitetura NFV, cada um gerenciando uma respectiva NFVI.

O Gerenciamento de ciclo de vida dos recursos virtuais em um NFVI é feita pela VIM ou seja, cria, mantém e destrói máquinas virtuais dos recursos físicos. Mantém a associação das máquinas virtuais ao recursos físicos, gestão de desempenho e falhas de hardware, software e recursos virtuais. Além de deixar recursos físicos e virtuais disponíveis para diversos sistemas de gestão.

### **3.2.2. NFV Orchestrator (NFVO)**

O NFVO tem como finalidade a combinação de mais que uma função. Em alguns casos, existem várias VIM em um mesmo domínio NFV. Com isso suas funcionalidades são divididas em duas grandes categorias: (i) orquestração de recursos que coordena e autoriza lançamentos além de envolver recursos NFVI entre os diferentes domínios ou em um mesmo domínio. Isso permite a interação com o VIM diretamente com suas APIs ao invés de se envolver com os recursos NFVI diretamente. (ii) orquestração de serviços que cria os serviços em diferentes VNFs, ele utiliza o VNFM para não falar diretamente com as VNFs, ele também instanciará VNFMs quando necessário. O NFVO une diferentes funções e cria um conjunto de a coordenação de recursos e serviços em um ambiente NFV.

### **3.2.3. VNF Manager (VNFM)**

O VNFM é responsável pela gestão do ciclo de vida de VNFs. Ele é atribuído para gerenciar uma ou várias instância VNF de tipos iguais ou distintos. Compõe-se ainda uma única instância de gerenciamento para um único cenário. Para cada VNF temos um VNFM associado a ela.

### **3.2.4. Repositórios de dados**

Repositórios de dados, do ingles, *Data Repositories*, são bancos de dados que mantém diferentes tipos de informações para o NFV MANO. São considerados (i) *VNF Catalog*, um repositório com todas as VNFDs (VNF Descriptor) que é a definição de um modelo de implementação, onde descreve uma VNF em termos de sua implantação e comportamento operacional. Ele é usado principalmente pelo VNFM no processo de instânciação da VNF e na gestão do ciclo de vida de uma VNF. Essas informações também são utilizadas pelo NFVO para gerenciar e orquestrar serviços de rede e recursos virtualizados na NFVI, (ii) *NFV Instances*, uma lista que contém todos os detalhes sobre as instâncias de serviços de rede e instâncias VNF relacionadas, (iii) *NS Catalog*, (*Network Services Catalog*), é uma lista dos serviços de redes utilizáveis ou seja, um modelo de implementação para um serviço de rede em termos de VNFs e a descrição da sua conectividade através de ligações virtuais são armazenadas nele, e (iv) *NFVI Resources*, um repositório de recursos NFV utilizado com a finalidade de estabelecer os serviços NFV.

### 3.3. NFV Architectural Layers

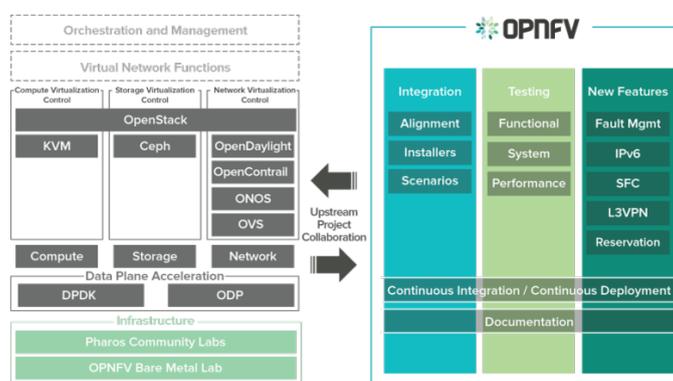
A *NFV Architectural Layers* contém o NFVI e VNFs. NFVI é a combinação entre recursos de hardware e software para trabalhar com as VNFs, que são implementações das funções de redes para a virtualização.

## 4. Normalizações e Projetos NFV MANO

Como NFV é uma porposta relativamente nova e concebida por empresas do ramo de telecomunicações, existem várias normalizações sendo desenvolvidas, assim como projetos para o NFV MANO. Nesse capítulo foi separado nove projetos de diferentes empresas. O intuito é apresentar a arquitetura de cada projeto.

### 4.1. OPNFV

O OPNFV é uma plataforma de código aberto concebida com o intuito de acelerar a introdução de novos produtos e serviços NFV. Como o intuito de um projeto de código aberto, ele está pronto para reunir os trabalhos dos órgãos de normalização, as comunidades de código aberto e os fornecedores comerciais para compor e entregar uma plataforma NFV de Código Aberto para a indústria, a comunidade é livre e qualquer pessoa ou empresa deve participar. Ao fazer a integração de diversos componentes, a comunidade realiza testes de desempenho e fazer adequações para o bom funcionamento da plataforma em diversos aspectos. O OPNFV também apoia outras comunidades de código aberto relacionadas a virtualização de redes. [OPNFV 2013]



**Figura 3. O diagrama apresenta a relação entre os projetos OPNFV e seus colaboradores [OPNFV 2013].**

O projeto é focado no gerenciamento e orquestração, principalmente nos componentes NFVI e VIM, já integrou diversos componentes de projetos como OpenDaylight, OpenStack, Ceph Storage, KVM, Open vSwitch, e Linux conforme apresentado na figura 3. Esses componentes, juntamente com APIs para outros elementos NFV compõem a estrutura básica necessária para a VNF além dos componentes de gerenciamento e orquestração.

Atualmente o projeto esta na versão denominada Brahma Putra 3.0 que foi lançada em 29 de abril de 2016.

## 4.2. CloudBand™

O CloudBand™<sup>1</sup> é uma plataforma NFV desenvolvida pela Alcatel-Lucent que se uniu em maio de 2016 com a Nokia. É uma plataforma NFV fim-a-fim. Aberta e de vários fornecedores, tem sido contruída para suportar as necessidades rigorosas da comunicação e acelerar a mudança para NFV. A plataforma é otimizada entre CloudBand Infrastructure Software, CloudBand Application Manager, e CloudBand Network Director conforme apresentado na figura 4.

A plataforma pretende trazer novas receitas com o lançamento escalar de novos serviços em nuvem rapidamente, transições de apoio nas operações automatizando processos de infraestrutura e gerenciamento do ciclo de vida da aplicação bem como aumentar a eficiência de custos com um portfólio de software NFV que reduz os requisitos de hardware e software, otimizando a utilização de ativos da empresa. O CloudBand Infrastructure Software é gerenciado pela Red Hat, a plataforma se encontra na versão 10.

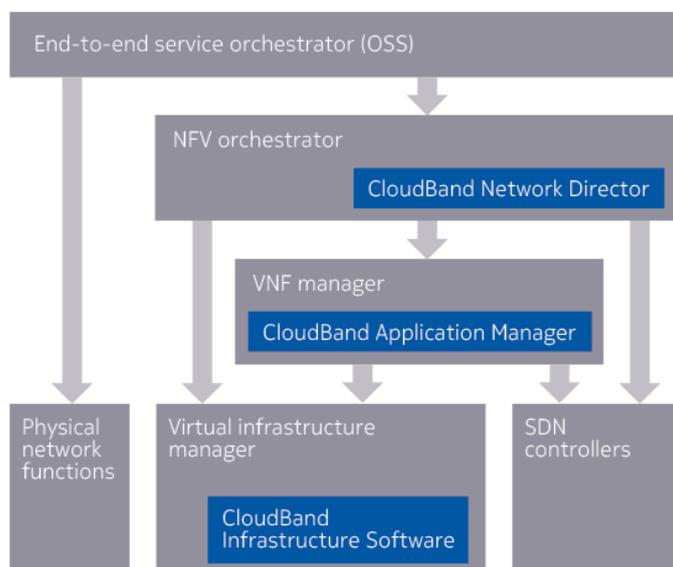


Figura 4. Otimização do NFV MANO pelo CloudBand™.

## 4.3. CloudNFV™

O projeto CloudNFV™ foi iniciado em abril de 2013 pela CIMI Corporation, liderado pelo presidente Tom Nolle com a motivação de reunir alguns fornecedores que preenchiam todos os requisitos e estavam dispostos a comprometer suas empresas para a prototipagem da NFV. O grupo começou o trabalho cooperativo e o desenvolvimento básico foi concluído em agosto de 2013 onde foi dado ao público a arquitetura e publicado as políticas de integração [CloudNFV 2013].

As empresas que são membros do projeto são: 6WIND, CIMI Corporation, Dell Inc., EnterpriseWeb, Overture Network, Qosmos, Metaswitch Networks, Mellanox e Shenick conforme apresentado na figura 5. Para a orquestração dos serviços é utilizado o OpenStack Orquestration.

<sup>1</sup><http://ecosystem.cloud-band.com/>

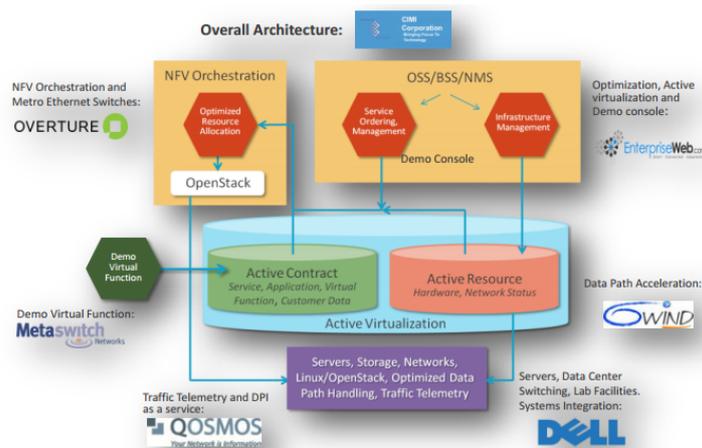


Figura 5. Distribuição participativa dos membros do CloudNFV™ em sua arquitetura.

#### 4.4. ExperiaSphere™

Lançado em 2008, ExperiaSphere™<sup>2</sup> pelo presidente da CIMI Corporation, Tom Nolle, foi definido um serviço como um conjunto de objetos funcionais que foram integradas verticalmente a partir do nível de recursos de serviços. O grande objetivo era a abstração do plano de gestão que representa a atividade da rede e recurso coletivo cooperativo. Foi escrito um aplicativo em JAVA simples que construiu uma estrutura de objetos chamados *Experiams* que eram instâncias de uma classe para o núcleo da implementação. Essa aplicação foi denominada *Service Factory*, que quando era iniciado gerava um documento XML que continham o parâmetro do serviço e também informações como os recursos foram alocados. Com o surgimento do NFV juntamente com a empresa EnterpriseWeb, foi juntado ao modelo de estados do ExperiaSphere™ com o projeto CloudNFV™.

Um novo projeto ExperiaSphere™<sup>1</sup> levou a abordagem básica, juntamente com a contribuição do CloudNFV, aplicando-se em grande escala em sua maioria em ferramentas de código livre de grande porte. O projeto é baseado em dois princípios: (i) inteligência estruturada usando a integração do *Universal Service Definition Language (USDL)*, e (ii) *Topology and Orchestration Specification for Cloud Applications (TOSCA)* para definição da relação entre os elementos de serviços, suas metas e infraestrutura.

#### 4.5. ZOOM

O Projeto ZOOM<sup>3</sup>, *Zero-touch Orchestration, Operations and Management* é um projeto da TM Forum que reúne mais de 100 empresas líderes de todo o mundo, juntas para desenvolver as melhores práticas e padrões para o intuito de criação de um modelo de vida para a geração dos sistemas de apoio das prestadoras de serviços, integrando uma agilidade nos negócios, novos serviços digitais e oportunidade de receitas, usando os melhores modelos para OSS/BSS. O projeto realiza uma série de testes de desempenho no qual se dá o nome de projeto catalizador. Cada um dos projetos são patrocinados por uma ou várias operadoras de rede, equipamentos ou software em uma demonstração no mundo

<sup>2</sup><http://www.experiasphere.com/>

<sup>3</sup><https://www.tmforum.org/zoom/>

real. Atualmente existem 11 projetos trabalhando com NFV e seus principais temas são: Gerenciamento fim a fim, segurança e orquestração, ambos analisando o impacto com o a mudança do ambiente real. Um dos projetos catalizador está representado na figura6.

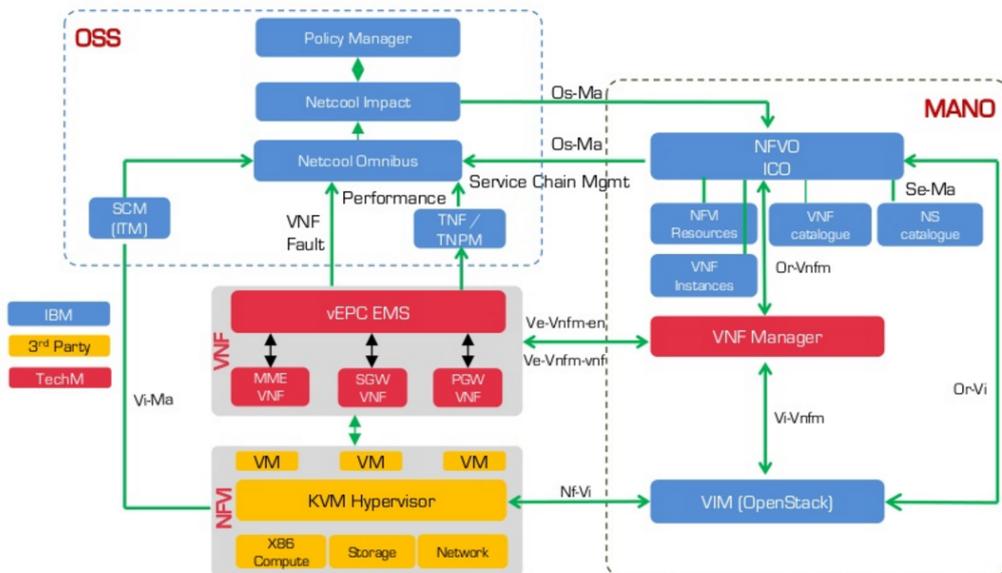


Figura 6. Participação da IBM e TechM no projeto ZOOM.

#### 4.6. HPE OpenNFV

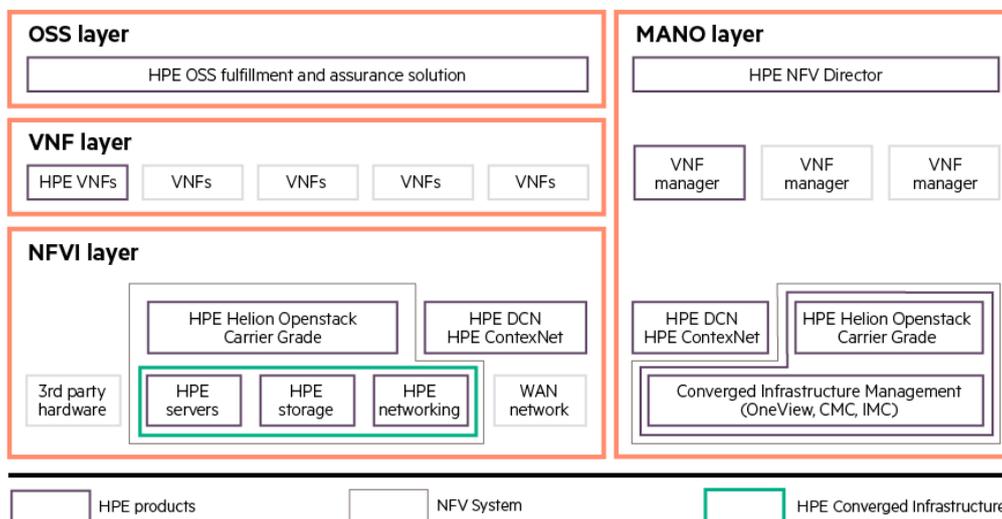


Figura 7. Arquitetura de referência do HPE OpenNFV.

O projeto HPE OpenNFV<sup>4</sup> é um produto da HewlettPackard Enterprise e é uma arquitetura aberta pronta para NFV que permite a integração de vários OSS/BSS e um suporte na transição para a ferramenta NFV. Com sua arquitetura o provedor de serviços tem uma solução completa e pré-testada a nível do portfólio da HP e seus parceiros.

<sup>4</sup><https://www.hpe.com/br/pt/networking/nfv.html>

A HPE contém 13 produtos para a NFV, que e concentra a maioria de seus esforços na camada MANO. Atuando também nas outras duas camadas. A figura 7 apresenta a arquitetura do HPE OpenNFV e seus produtos envolvidos.

Os parceiros nesse projeto são: ETSI, OpenCloud, OPNFV, OpenDayLight, Open Networking Foundation, TM Forum e OpenStack. Os laboratórios da HPE ajudam na implementação da NFV, aprofundando na tecnologia e reduzindo os riscos. Atualmente ela tem cinco OpenNFV labs espalhados pelo mundo, ela contém mais de 60 projetos sendo 9 deles voltados para a MANO.

#### 4.7. OpenMANO

O OpenMANO<sup>5</sup> é um projeto de código aberto que tem como objetivo uma implementação na prática da arquitetura de referência da gestão e orquestração normalizada pela ETSI NFV ISG. Atualmente está na sua versão v0.4 é aconselhável seu uso em uma versão Ubuntu Desktop 14.04.2 ou CentOS 7. Ele compõe basicamente três componentes que são: (i) *openvim*, um componente openvim é correspondente ao NFVM onde tem o papel de interação com os nós de computação da NFVI e um controlador OpenFlow, com o principal intuito de fornecer recursos de computação e rede além de implantar máquinas virtuais. A inteface é acessar através de uma API onde os serviços de criação, exclusão e gestão de imagens, instânciação e redes seguindo as recomendações da NFV, (ii) *openmano-gui*, uma interface Web para interagir com o openmano servidor, através de sua API, e (iii) *openmano*, é a base do NFVO, interage com o NFV VIM através de uma API onde os serviços de NFV são oferecidos, conforme é apresentado na figura 8.

Um das principais apoiadoras do projeto é a Telefônica que disponibilizou parte de seus recursos no trabalho da plataforma em seus laboratórios.

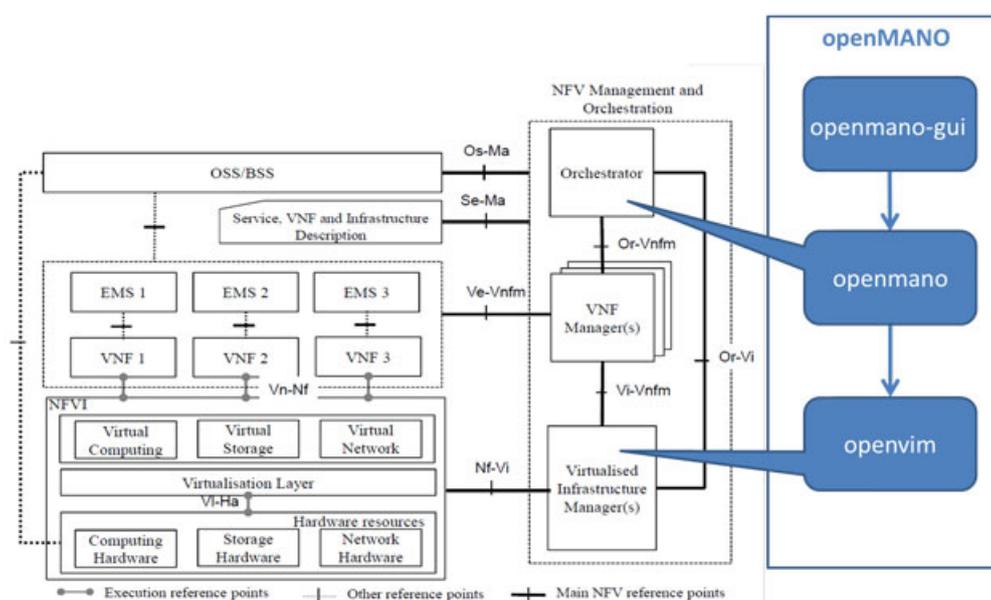


Figura 8. Participação do projeto OpenMANO na arquitetura proposta pela ETSI.

<sup>5</sup><https://github.com/nfvlab/openmano>

#### 4.8. Cisco ESP and Open Network Strategy

O *Cisco Evolved Services Platform (ESP)* é uma plataforma de software de virtualização e orquestração global focada na criação de controladores e serviços que cria controladores e serviços em tempo real, através das funções de computação, de armazenamento e de rede, permitindo a entrega de resultados dos negócios desejados para aplicações em execução múltipla em diversos domínios, facilitando a implementação de novos modelos de negócios.

Ele permite que os provedores passem oferecer serviços pré configurados juntamente com um conjunto flexível de recursos a serem reutilizados. Esses recursos são personalizados para cada cliente, de forma automática e sob demanda, pertence a arquitetura *Cisco Open Network* para provedores de serviços que converge físico (hardware) e tecnologias virtuais (software) sem dificuldades [Cisco 2014].

### 5. Comparativo das Propostas NFV MANO

Os desafios do MANO são diversos, entre eles são destacados: (i) forma padronizada de gerenciamento fim a fim de serviços através de uma mistura de funções NFV, infraestrutura de rede e sistemas interligados legados em um ambiente NFV altamente dinâmico, (ii) automação é um outro grande desafio já que as operadoras precisam de acelerar a capacidade de incorporar de forma dinâmica mudança, (iii) Flexibilidade e gestão dinâmica baseada em políticas internas, (iv) suporte de processamento de grande quantidade de dados juntamente com a análise de dados em tempo real, (v) lançamento de novos serviços de maneira rápida e fácil, e (vi) pouco esforço manual em vários níveis e locais para a gestão das redes e operações.

Projeto	Desenvolvedores	Classificação	Endereço
OPNFV	Comunidade OPNFV	Código Aberto	<a href="http://www.opnfv.org/">http://www.opnfv.org/</a>
CloudBand™	Red Hat, Alcatel-Lucent, Nokia	Proprietário	<a href="http://ecosystem.cloud-band.com">http://ecosystem.cloud-band.com</a>
CloudNFV™	6WIND, CIMI Corporation, Dell Inc., EnterpriseWeb, Overture Network, Qosmos, Metaswitch Networks, Mellanox e Shenick	Proprietário	<a href="http://www.cloudnfv.com">http://www.cloudnfv.com</a>
ExperiaSphere™	CIMI Corporation	Código Aberto	<a href="http://www.experiasphere.com/">http://www.experiasphere.com/</a>
ZOOM	TM Fórum	Código Aberto	<a href="http://www.tmforum.org/zoom/">http://www.tmforum.org/zoom/</a>
OpenMANO	NFV Labs – Telefónica NFV reference lab	Código Aberto	<a href="https://github.com/nfvlabs/openmano/">https://github.com/nfvlabs/openmano/</a>
HPE OpenNFV	HewlettPackard Enterprise, ETSI, OpenCloud, OPNFV, OpenDayLight, Open Networking Foundation, TM Forum e OpenStack	Proprietário	<a href="https://www.hpe.com/br/pt/networking/nfv.html">https://www.hpe.com/br/pt/networking/nfv.html</a>
Cisco ESP and Open Network Strategy	Cisco Systems, Inc	Proprietário	<a href="http://www.cisco.com/go/serviceprovider/">http://www.cisco.com/go/serviceprovider/</a>

**Tabela 1. Comparativo entre os desenvolvedores da tecnologia NFV.**

Existem grandes operadoras envolvidas na implementação proposta pela ETSI, a tabela 1 apresenta uma classificação relacionada as empresas envolvidas no desenvolvimento de sua plataforma.

### 6. Conclusão

Neste artigo é apresentada a proposta do *NFV MANO Framework* juntamente com a proposta da ETSI feita em 2012, foi descrito 8 projetos e estruturas existentes no mercado. Existem muitas características a serem abordadas sobre o NFV MANO, foi apresentado o status de cada projeto e seus líderes, assim como a participação das empresas

dentro dos projetos. A comunidade de código aberto está envolvida em vários projetos e estão trabalhando juntamente com a indústria e as operadoras para projetar de forma segura e ágil todas as funcionalidades propostas pela ETSI. O MANO ainda necessita de aperfeiçoamento devido a sua grande complexibilidade de interações e interligações com os OSS/BSS de mercado.

Nenhum dos projetos representam todas as três camadas descritas pela ETSI, *NFV Architectural Layers*, *NFV Management and Orchestration*, *Management Systems*, a maioria dos projetos estão voltados para o gerenciamento e orquestração, com um foco principal no para a VNFM. Os sistemas OSS/BSS são interligados ao MANO, por isso a não preocupação da indústria em desenvolvimento de um novo componente nesse primeiro instante.

## Referências

- Advisor (2014). NFV: Os benefícios e os desafios que acompanham o processo de virtualização de funções de rede. Technical report, <http://www.la.logicalis.com/globalassets/latin-america/advisors/es/advisor-nfv.pdf>.
- Cisco (2014). Transformation through Innovation: A Strategy for Service Provider Success - White Paper. Technical report, <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/network-infrastructure/white-paper-c11-732692.pdf>.
- CloudNFV, W. P. (2013). CloudNFV unites the best Cloud Computing, SDN and NFV. Technical report, [www.facebook.com](http://www.facebook.com).
- ETSI, N. I. (2012). Network Functions Virtualisation An Introduction, Benefits, Enablers, Challenges & Call for Action. páginas 16. Publishing Press.
- Lynch, P., Haugh, M., Kurtz, L., e Zeto, J. (2014). *Demystifying NFV in Carrier Networks: A Definitive Guide to Successful Migrations*. Ixia, 1th edição.
- Marcondes, C. A. C. (2014). VIRTUALIZAÇÃO DAS FUNÇÕES DE REDE (NFV - Network Functions Virtualization). páginas 2. An Academic NetWork at São Paulo.
- Mijumbi, R., Serrat, J., Gorricho, J., Bouten, N., Turck, F. D., e Boutaba, R. (2016a). Network Function Virtualization: State-of-the-art and Research Challenges. páginas 236 – 262. IEEE Communications Surveys & Tutorials.
- Mijumbi, R., Serrat, J., Juan-Luis Gorricho, S. L., Charalambides, M., e Lopez, D. (2016b). Management and Orchestration Challenges in Network Function Virtualization. páginas 98 – 105. IEEE Communications Magazine.
- OPNFV (2013). Open Platform Network Function Virtualization (OPNFV) - White Paper - Paving the way to open source NFV. Technical report.