



WORKSHOP  
DE TECNOLOGIA DE REDES DO POP-MG

24 A 28 DE JUNHO DE 2019

# NFV: Conceitos e Aplicações

**Matheus S. Castanho**  
DCC/UFMG



# Sumário

## NFV: Conceitos e Aplicações

- Contextualização
- ETSI e os padrões para NFV
- Relação entre NFV e SDN
- Desempenho: a grande questão
- Planos de dados programáveis
- Pesquisa: SFC usando eBPF
- Conclusão

# Por que NFV?

## NFV: Conceitos e Aplicações

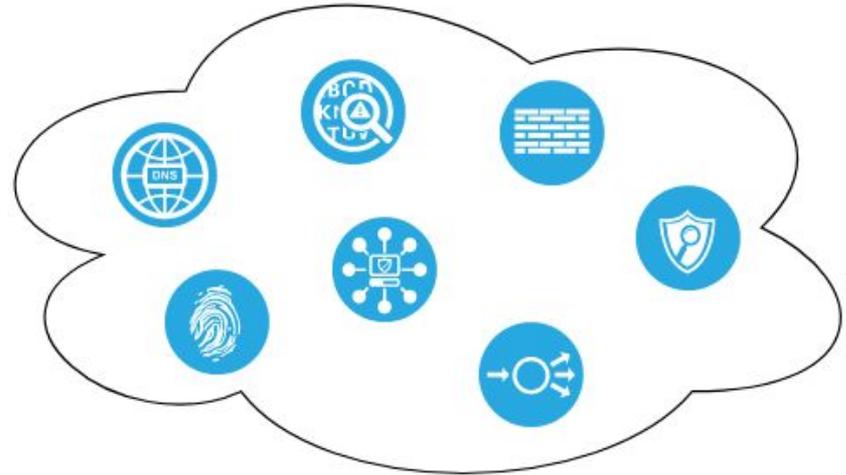
- Funções de rede executadas por middleboxes
- **Middleboxes em hardware**
  - Equipamentos caros
  - Manutenção cara
  - Gerência complexa
  - Difícil adaptar à demanda
  - *Vendor lock-in*
- **Proposta: Network Function Virtualization**



# Por que NFV?

## NFV: Conceitos e Aplicações

- **Funções virtualizadas:**
  - Hardware genérico
  - Configuração simplificada
  - Escalabilidade com clonagem / destruição
  - Modificações mais ágeis
  - Redução de custos



# ETSI e os padrões para NFV

## NFV: Conceitos e Aplicações

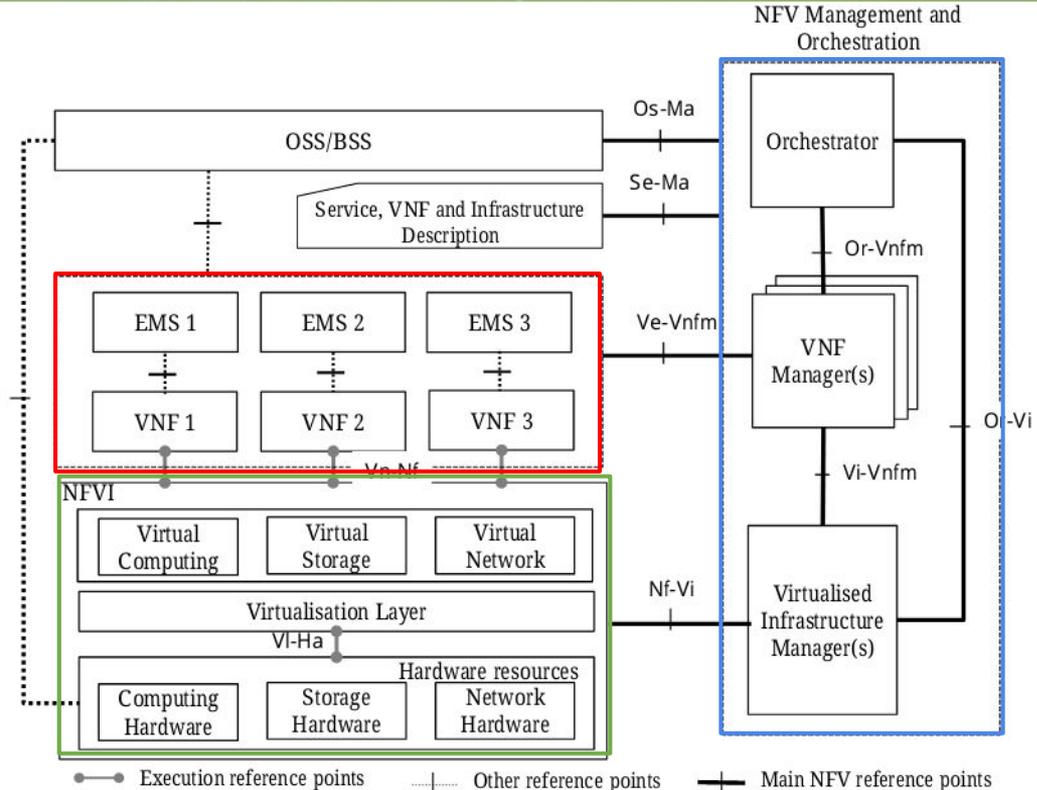
- European Telecommunications Standards Institute (ETSI)
- Grupo de trabalho para NFV criado em novembro de 2012
- Criação de padrões e plano de ação para NFV
- +100 padrões publicados  
+50 em desenvolvimento



# Padrão ETSI para NFV

## NFV: Conceitos e Aplicações

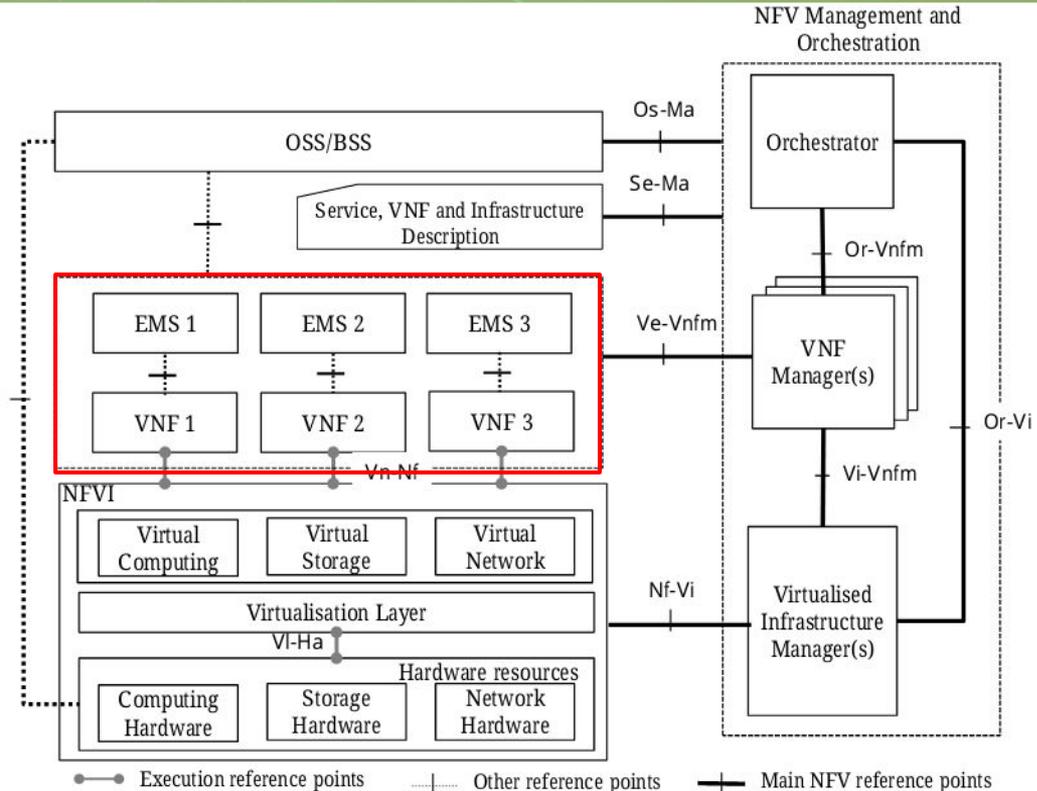
- Três blocos básicos:
  - **Virtualized Network Functions (VNFs)**
  - **NFV Infrastructure (NFVI)**
  - **Management and Orchestration (MANO)**



# Virtual Network Functions (VNFs)

## NFV: Conceitos e Aplicações

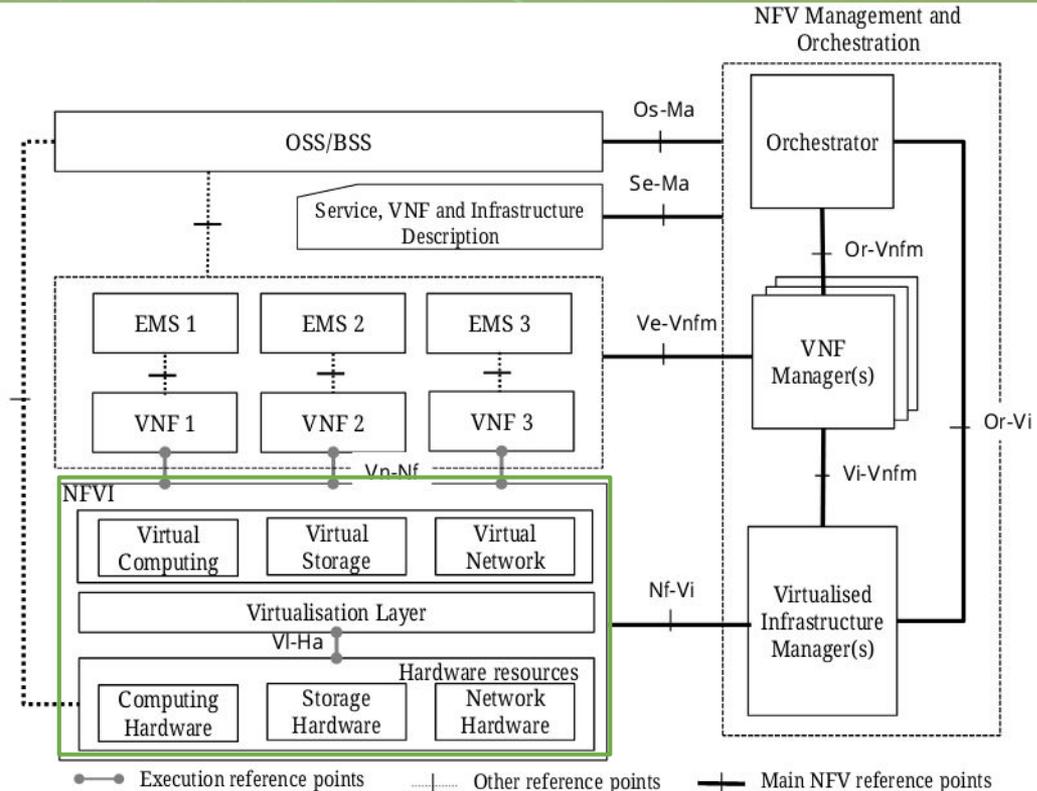
- VMs ou containers
- Aplicações open source:
  - Suricata (IDS / IPS)
  - Zeek e Snort (IDS)
  - OpenWRT (vRouter/vCPE)
  - OpenSIPS (VoIP)
  - ...
- Aplicações proprietárias:
  - PaloAlto Firewall
  - Brocade, Cisco...



# NFV Infrastructure (NFVI)

## NFV: Conceitos e Aplicações

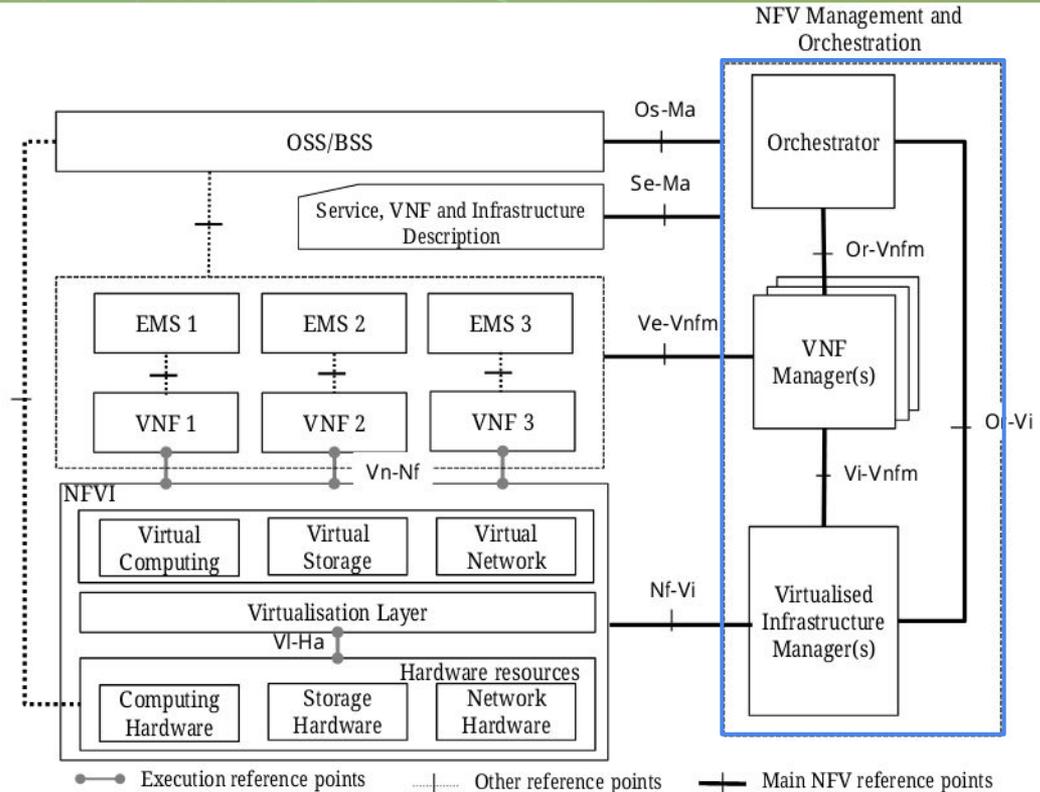
- Representa os recursos físicos usados pelas VNF
- Processamento, rede, armazenamento
- Hypervisor (KVM, VMware, Hyper-V, etc)
- [Open Platform for NFV \(OPNFV\)](#)



# Management and Orchestration (MANO)

## NFV: Conceitos e Aplicações

- **Orchestrator:** Criação e gerência de recursos
- **VNF Manager:** gerência do ciclo de vida das VNFs
  - Ex: Tacker
- **VIM:** Interação direta com os recursos físicos
  - Ex: OpenStack
- [Open Source MANO \(OSM\)](#)



# NFV vs SDN?

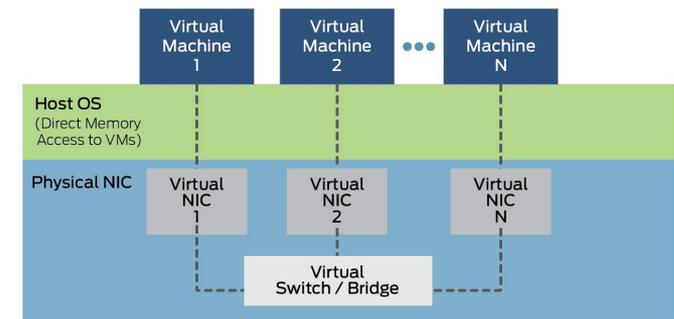
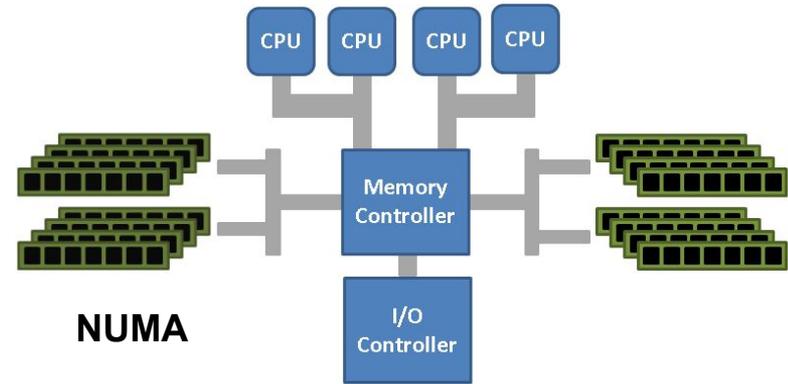
## NFV: Conceitos e Aplicações

- Não são ideias concorrentes
- SDN: separação entre planos de controle e de dados
- NFV: separação entre software e hardware para funções de rede
- **Complementares:** SDN permite flexibilidade e agilidade, necessárias para NFV
- Muitas soluções de *Service Function Chaining* (SFC) usam SDN

# Desempenho: a grande questão

## NFV: Conceitos e Aplicações

- Virtualização tem o seu preço
- Como garantir desempenho similar ao hardware?
  - Otimizações a nível de hardware  
Ex: NUMA, SR-IOV, Intel VT-d, VMDQ
  - *Kernel bypassing* (DPDK, Netmap)



**SR-IOV**

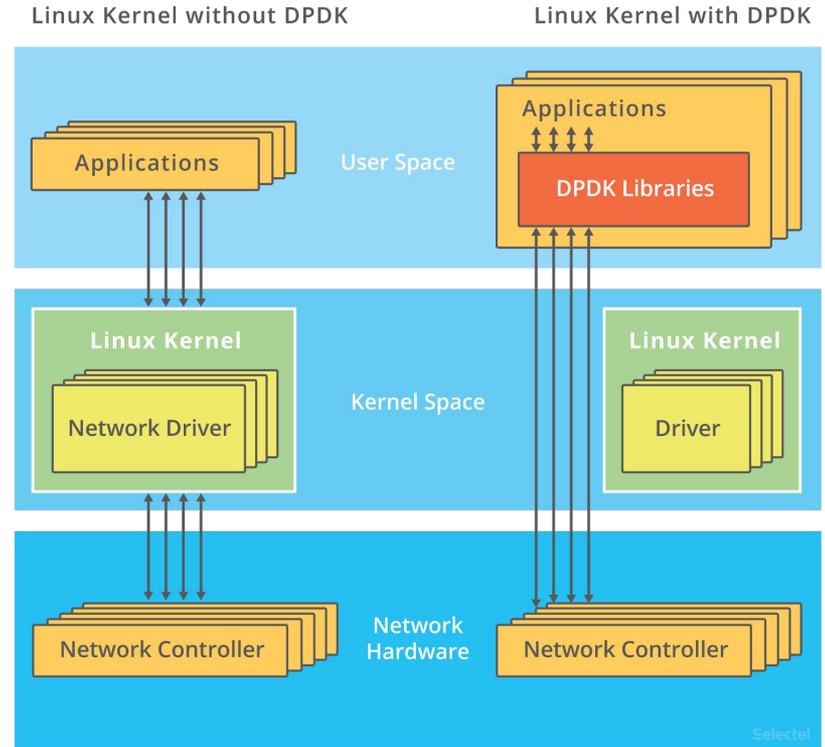
Physical Port

--- Virtual Path  
— Physical Path

# Kernel bypassing com DPDK

## NFV: Conceitos e Aplicações

- Bibliotecas para processamento de pacotes em espaço de usuário
- Evitar gargalo das trocas de contexto do SO
- Drivers especiais para *polling*
- Outras otimizações
  - Hugepages
  - Reserva de recursos
  - Estruturas *lockless*
  - ...



# Kernel bypassing com DPDK

NFV: Conceitos e Aplicações

- Porém...
  - Alto custo computacional
  - Necessário reinventar a roda (pilha de rede)
  - Hardware compatível
  - Alta curva de aprendizado
- Demanda por desempenho só cresce: 40 Gbps, 100 Gbps...
- **Alternativa**: *offloading* para planos de dados programáveis

# Planos de dados programáveis

## NFV: Conceitos e Aplicações

- Idealizado para flexibilizar SDN  
Ex: Openflow requer novos padrões para novos protocolos
- Precursor: **POF** ([Haoyu Song, 2013](#))  
Proeminente: **P4** ([Bosshart et. al, 2014](#))
- Funcionalidade definida pelo administrador e carregada no dispositivo
- Possível implementar funções de rede com maior desempenho

# Dispositivos programáveis

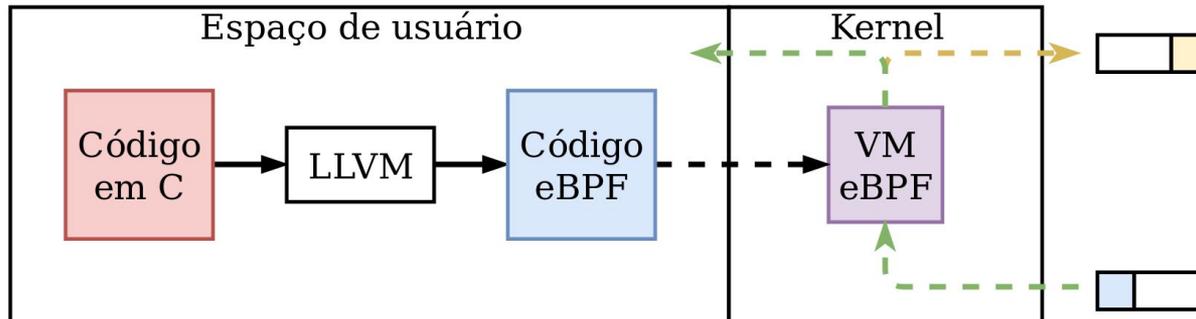
## NFV: Conceitos e Aplicações

- **FPGAs:** hardware reconfigurável
  - Implementação em Verilog / VHDL
  - Síntese demorada e carregamento não é *in-place*
  - Ex: NetFPGA
- **Switches programáveis:** lógica reconfigurável
  - Especificação em linguagem de alto nível (Ex: P4)
  - Compilação rápida mas carregamento demorado
  - Ex: Barefoot Tofino
- **SmartNICS:** placa de rede reconfigurável
  - Especificação em linguagem de alto nível (Ex: P4 e C/BPF)
  - Compilação rápida e carregamento rápido (BPF)
  - Ex: Netronome Agilio

# eBPF e programabilidade

## NFV: Conceitos e Aplicações

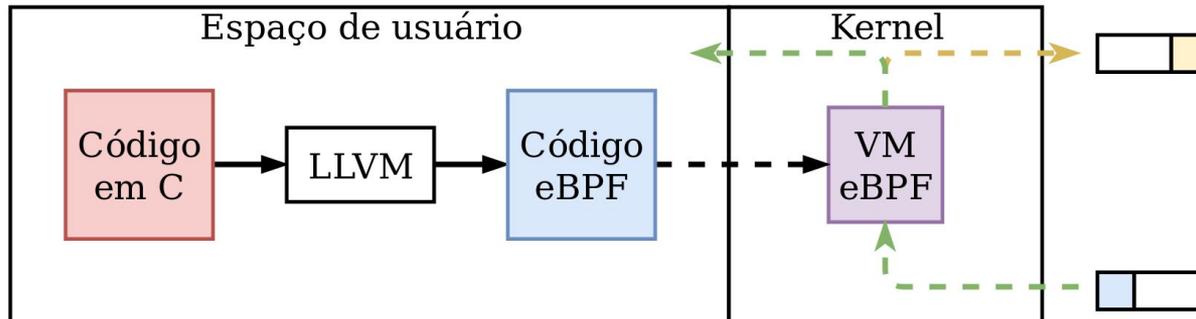
- **extended Berkeley Packet Filter (eBPF)**: conjunto de instruções e "máquina virtual" no kernel do Linux
- Tecnologia nativa do kernel do Linux
- Permite modificar o processamento de pacotes na pilha do kernel



# eBPF e programabilidade

## NFV: Conceitos e Aplicações

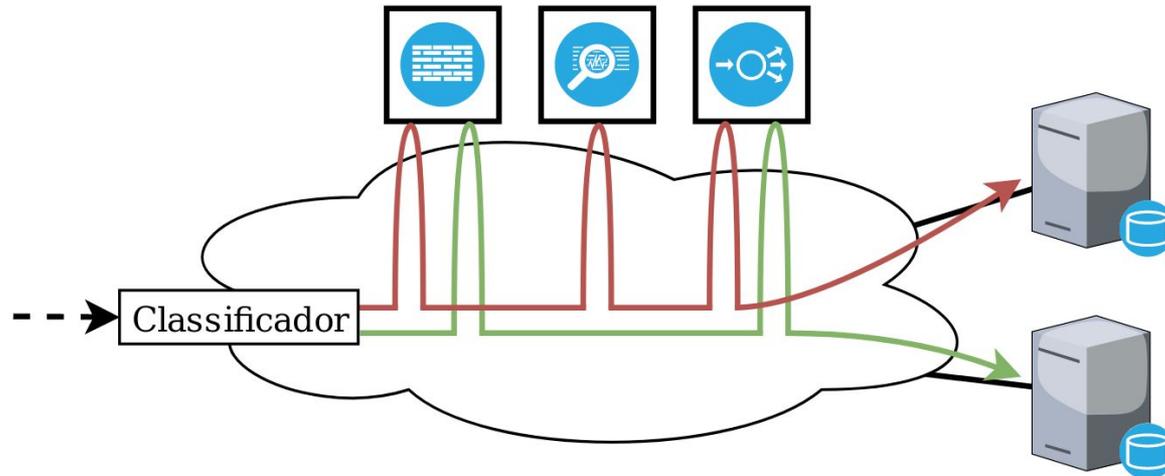
- Programação em subconjunto de C
- Implementação de funções de rede dentro do kernel
- *Offload* para SmartNICs compatíveis visando maior desempenho



# Pesquisa: SFC usando eBPF

NFV: Conceitos e Aplicações

- Pesquisa desenvolvida no laboratório Winet - DCC/UFMG
- Contextualização: *Service Function Chaining* (SFC)



# Pesquisa: SFC usando eBPF

## NFV: Conceitos e Aplicações

- Implementações de SFC são restritas a ambientes específicos  
Ex: OpenStack
- Arquiteturas dependem da infraestrutura de rede
  - Fd.io
  - Open vSwitch
  - Switches em hardware
- Alto acoplamento entre planos de dados e de serviço
- Não portátil

# Pesquisa: SFC usando eBPF

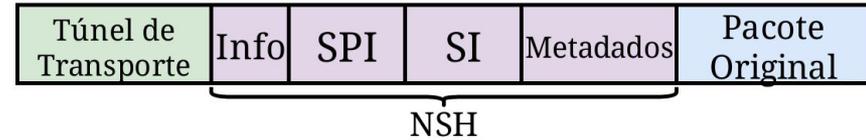
## NFV: Conceitos e Aplicações

- Arquitetura ***Cadeia-Aberta***
  - Executa ações de SFC como estágios de processamento
- Consequências
  - Transparente à rede e às funções
  - Aplicável a diversos ambientes
  - Desacopla planos de serviço e de dados
  - Habilita comunicação direta entre funções
  - Suporta diversos tipos de funções

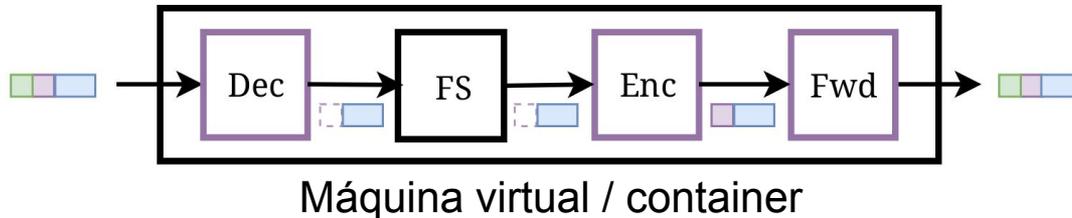
# Pesquisa: SFC usando eBPF

NFV: Conceitos e Aplicações

- Protocolo NSH (RFC 8300) para encapsulamento de SFC

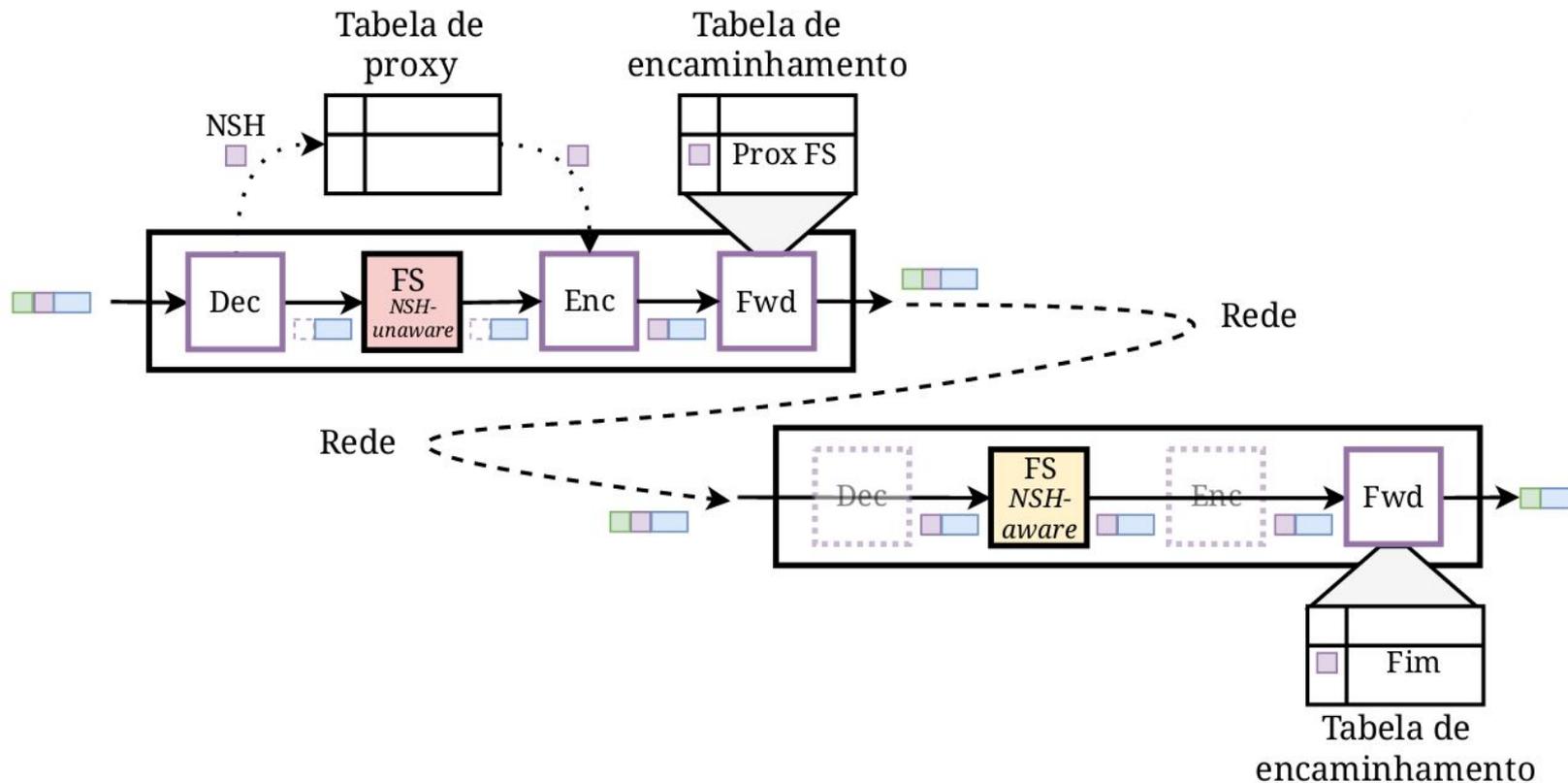


- Rede opera somente sobre o túnel
- Estágios embutidos em cada VM / container:



# Pesquisa: SFC usando eBPF

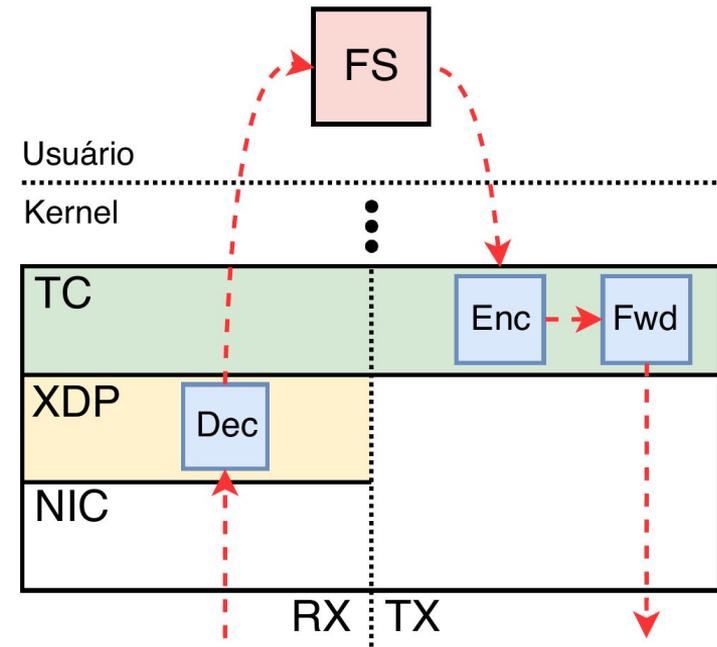
NFV: Conceitos e Aplicações



# Pesquisa: SFC usando eBPF

NFV: Conceitos e Aplicações

- Estágios implementados como programas eBPF no kernel
- Carregados nas camadas mais baixas para maior desempenho e flexibilidade.
- Versão inicial no SBRC 2019:  
***Cadeia-Aberta: Arquitetura para SFC em Kernel Usando eBPF***



# Conclusão

## NFV: Conceitos e Aplicações

- NFV em desenvolvimento desde **2013**
- Diversas soluções e produtos
- Ainda existem desafios
  - Integrações altamente complexas
  - Novo *vendor lock-in* (Ex: PaloAlto firewall e SFC)
  - Desempenho
  - Integração com redes 5G
- Futuro: [Lean NFV?](#)



WORKSHOP  
DE TECNOLOGIA DE REDES DO POP-MG

24 A 28 DE JUNHO DE 2019

**Obrigado!**

Matheus S. Castanho

Contato: [matheus.castanho@dcc.ufmg.br](mailto:matheus.castanho@dcc.ufmg.br)