



TURNING  
INTO REALITY

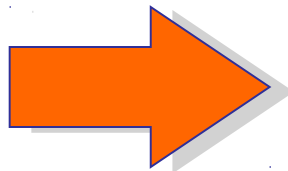
# Software-Defined Networking

Experiências e Oportunidades de P&D

# Rede Definida por Software (SDN)



Verticalização  
Fechado, proprietário  
Inovação lenta



Interface Aberta

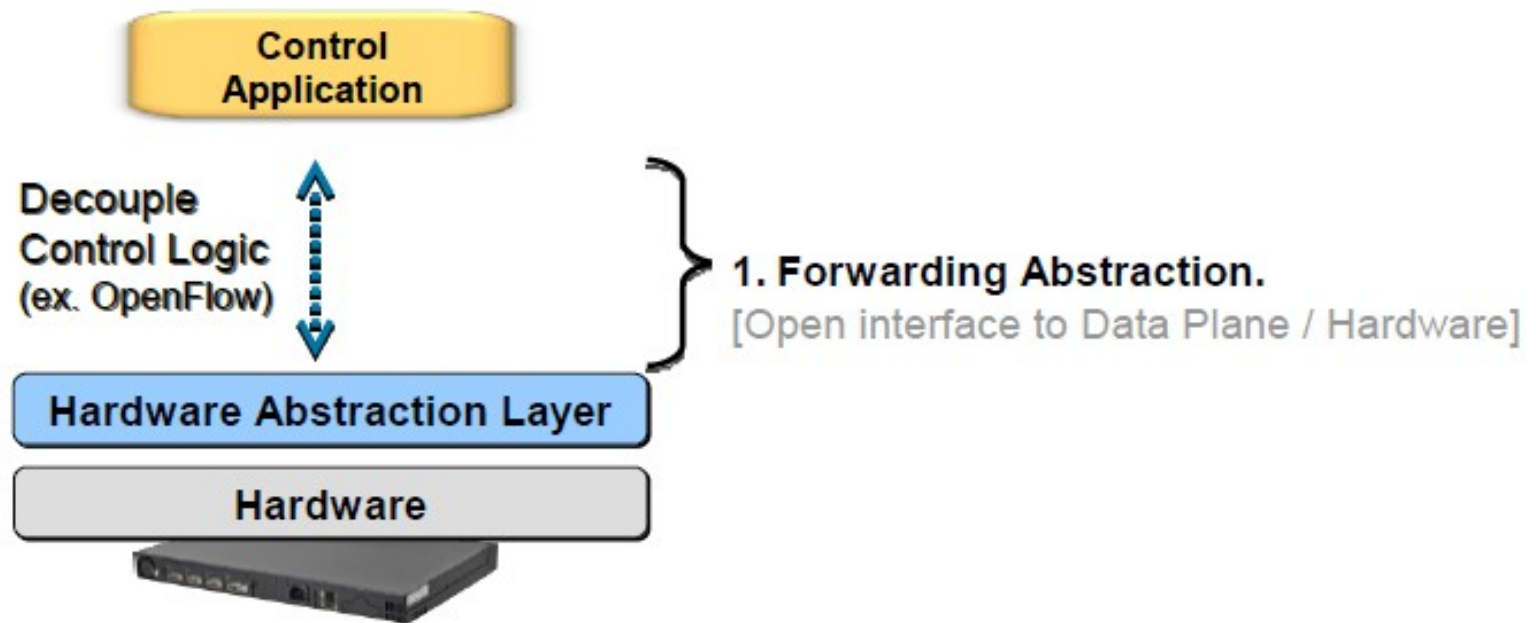


Interface Aberta



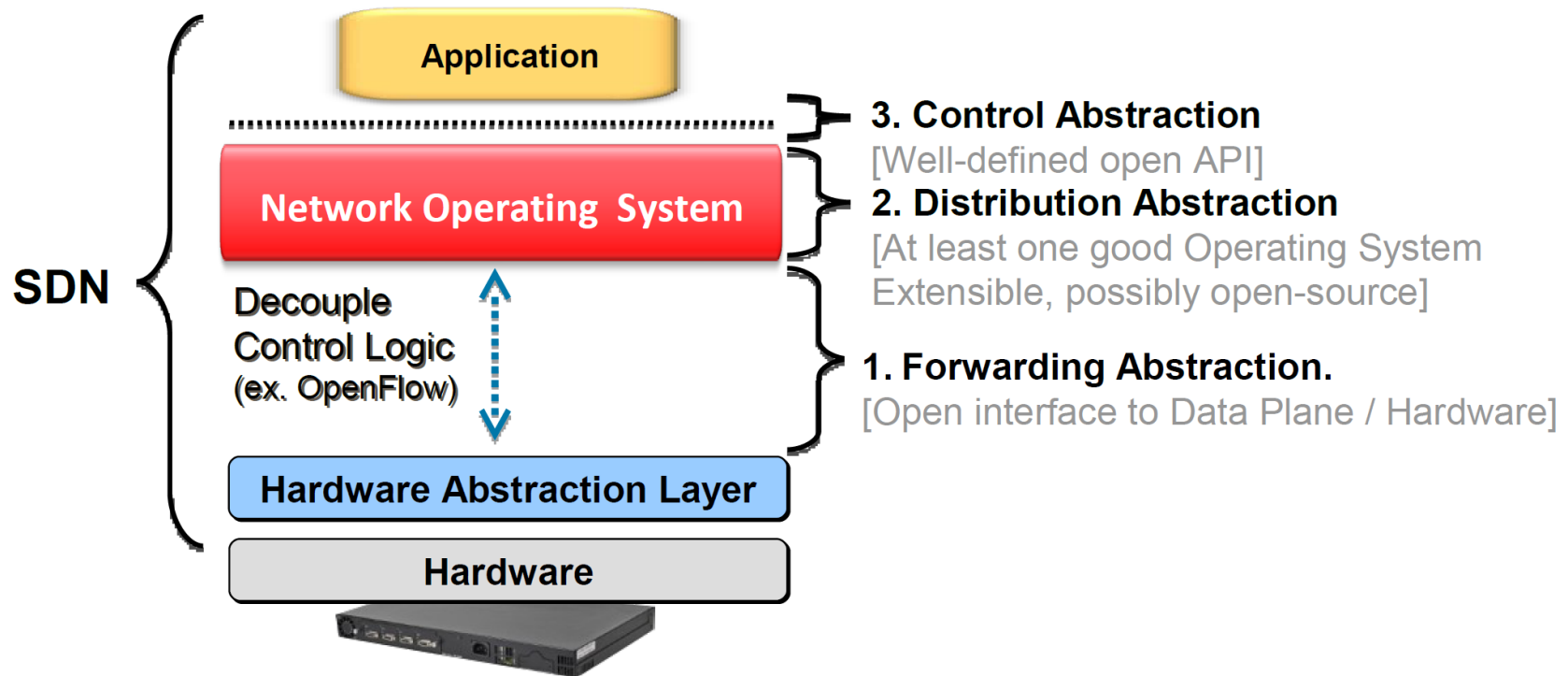
Horizontalização  
Interfaces abertas  
Inovação rápida

# OpenFlow é um protocolo, SDN é uma arquitetura



- Software Defined Networking (SDN) refactors the relationship between network devices and the software that controls them.
- Open interfaces to network switches (e.g. OpenFlow) enable more flexible and predictable network control, and they make it easier to extend network function. [HotSDN'12 CFP]

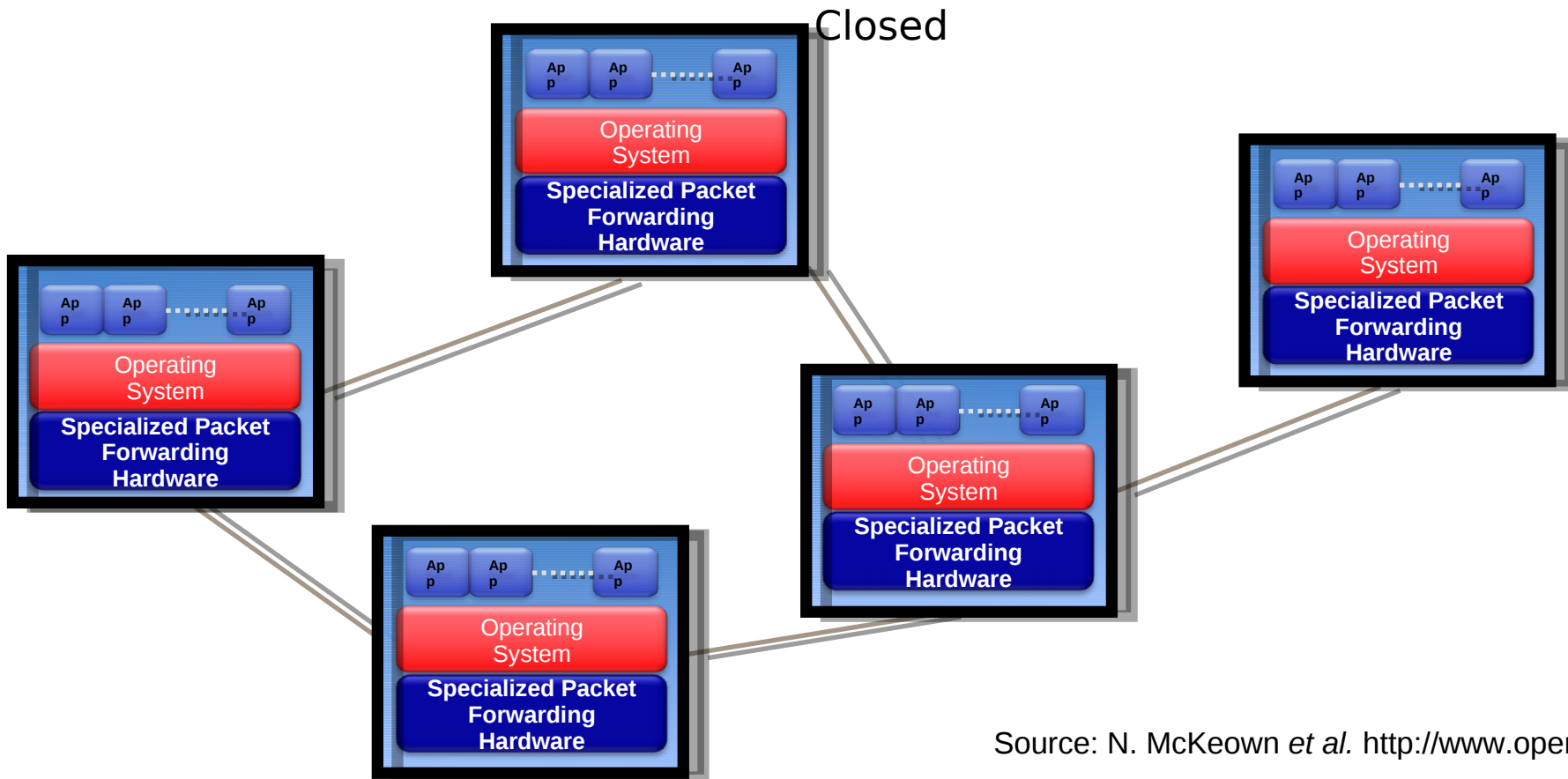
# OpenFlow é um protocolo, SDN é uma arquitetura



- Software Defined Networking (SDN) refactors the relationship between network devices and the software that controls them.
- Open interfaces to network switches (e.g. OpenFlow) enable more flexible and predictable network control, and they make it easier to extend network function. [HotSDN'12 CFP]

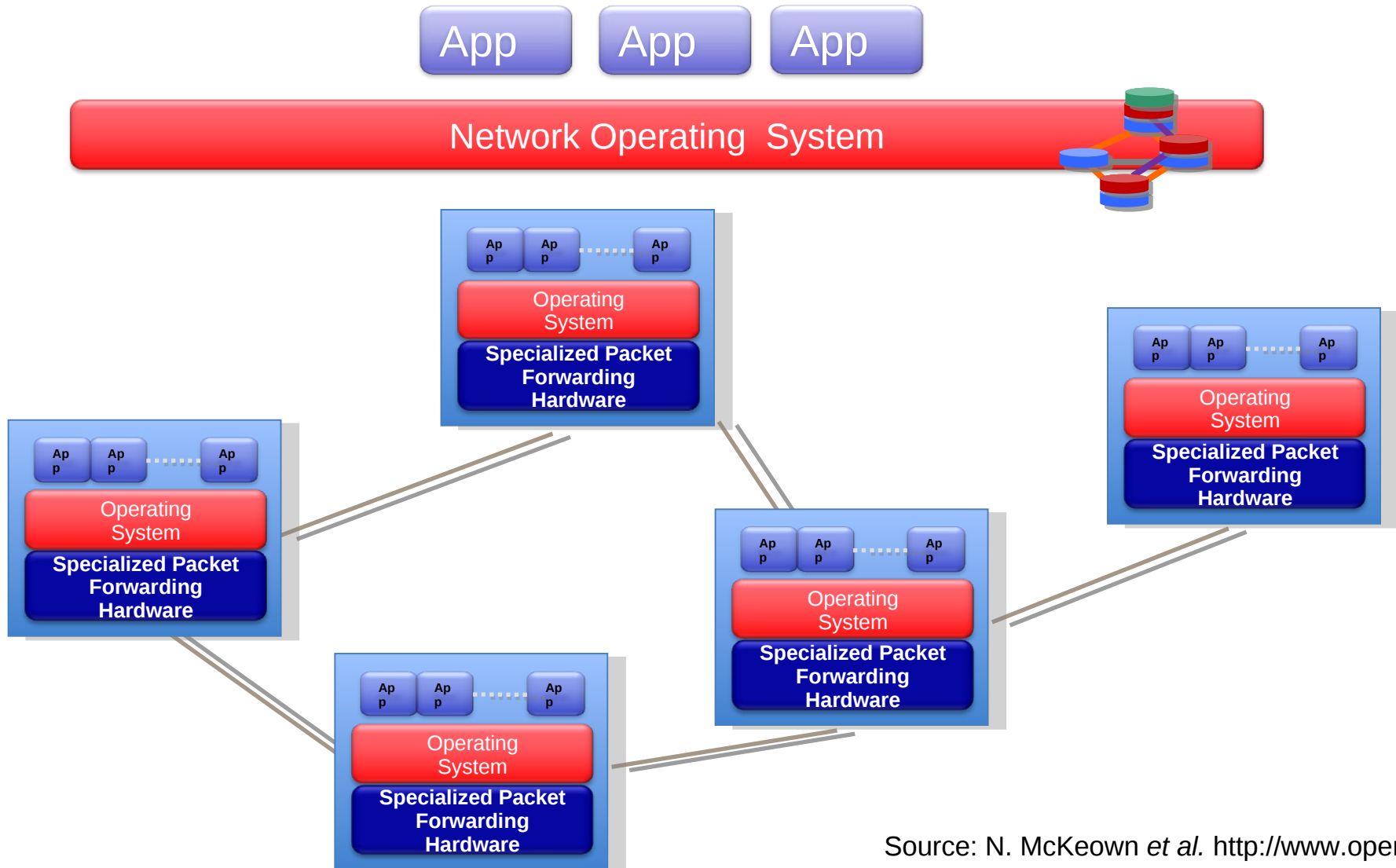
# Current Internet

closed to innovation in the infrastructure



# “Software Defined Networking”

bring to the networking industry what we did to the computing world



# The "Software-defined Network"

3. Well-defined open API

2. At least one good operating system

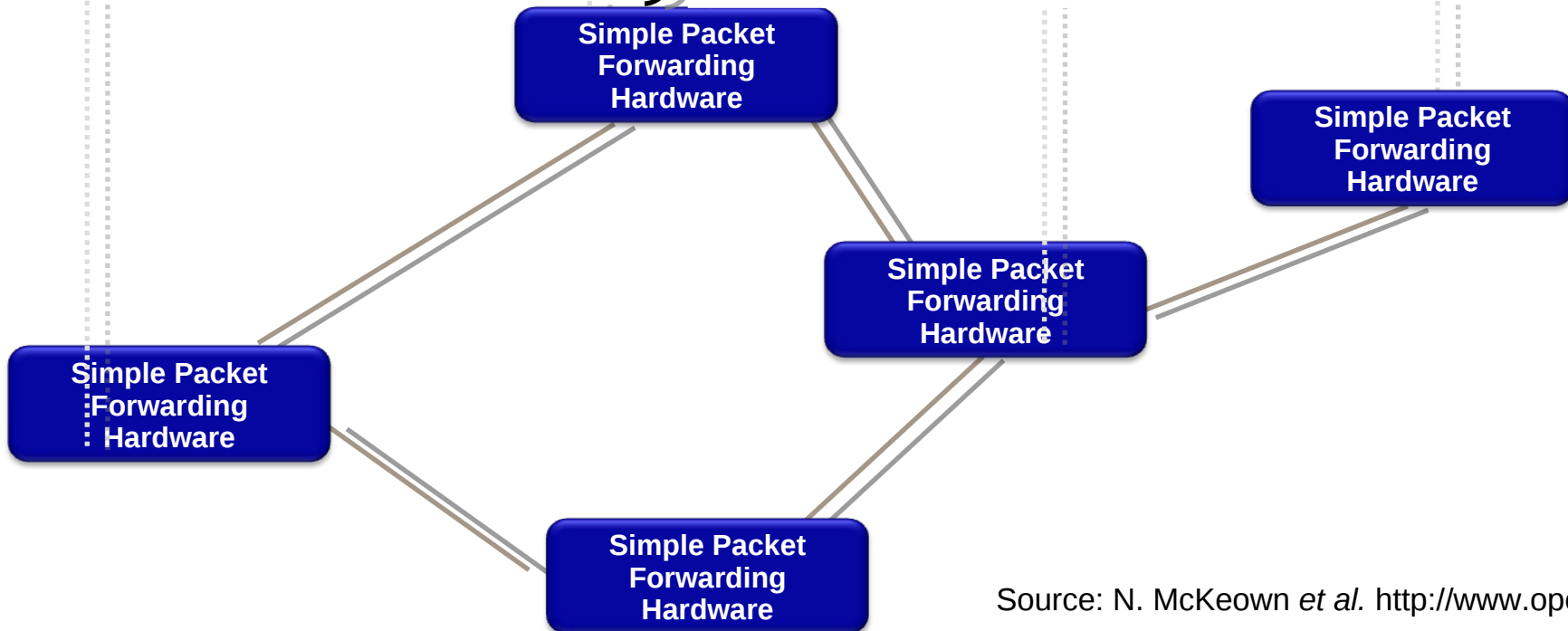
Extensible, possibly open-source



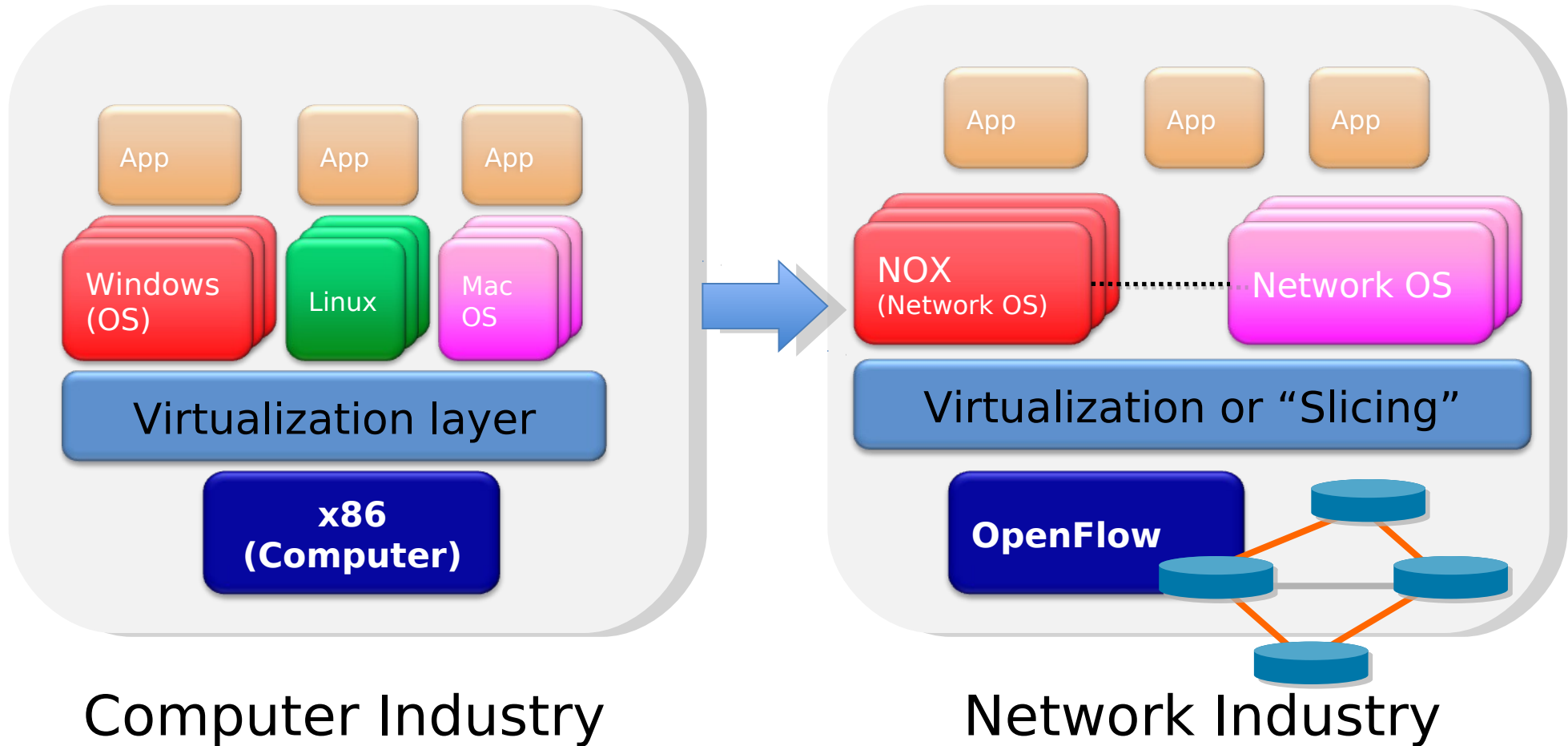
North-bound APIs

South-bound APIs

1. Open interface to hardware  
e.g., OpenFlow



# Tendência



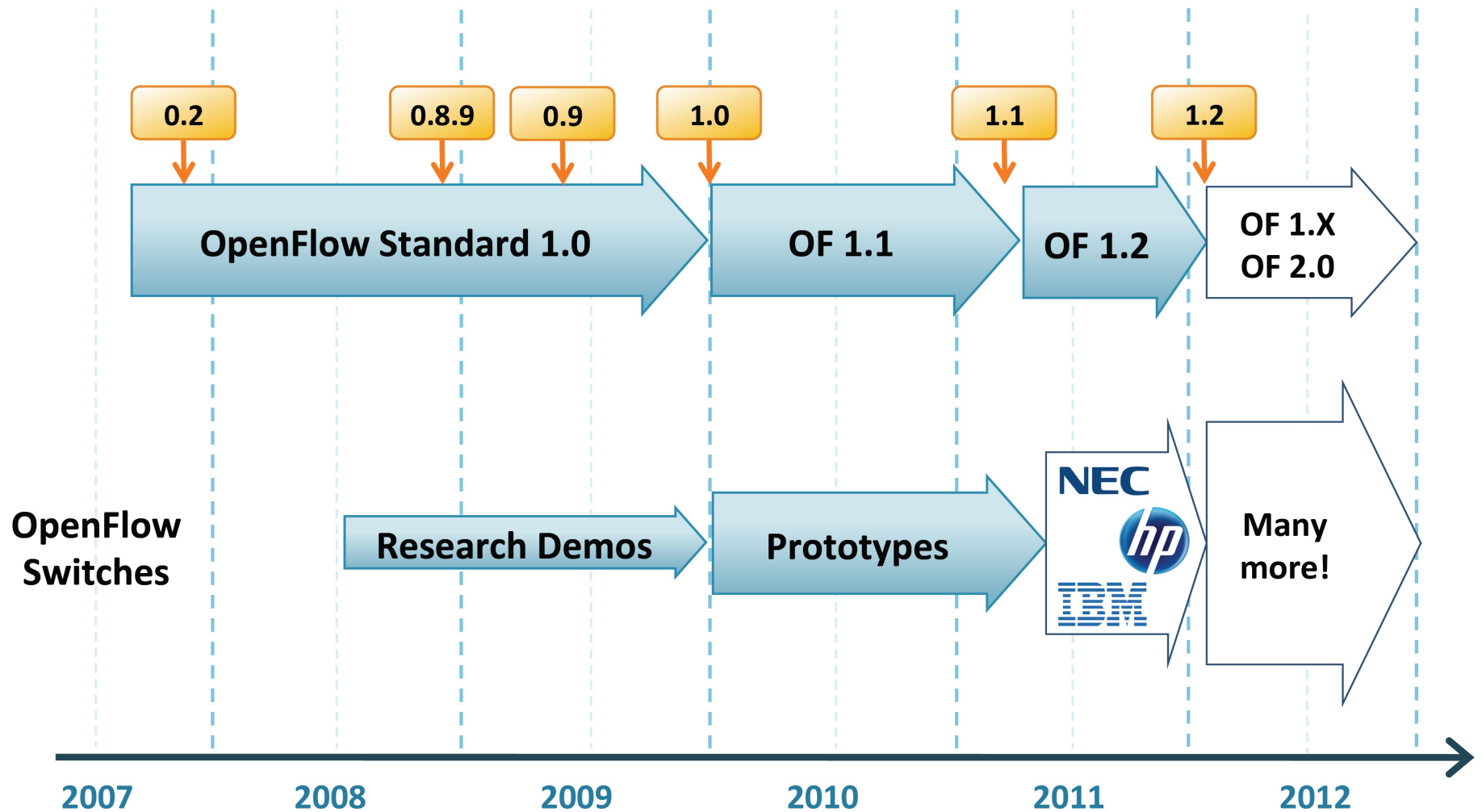
Computer Industry

Network Industry

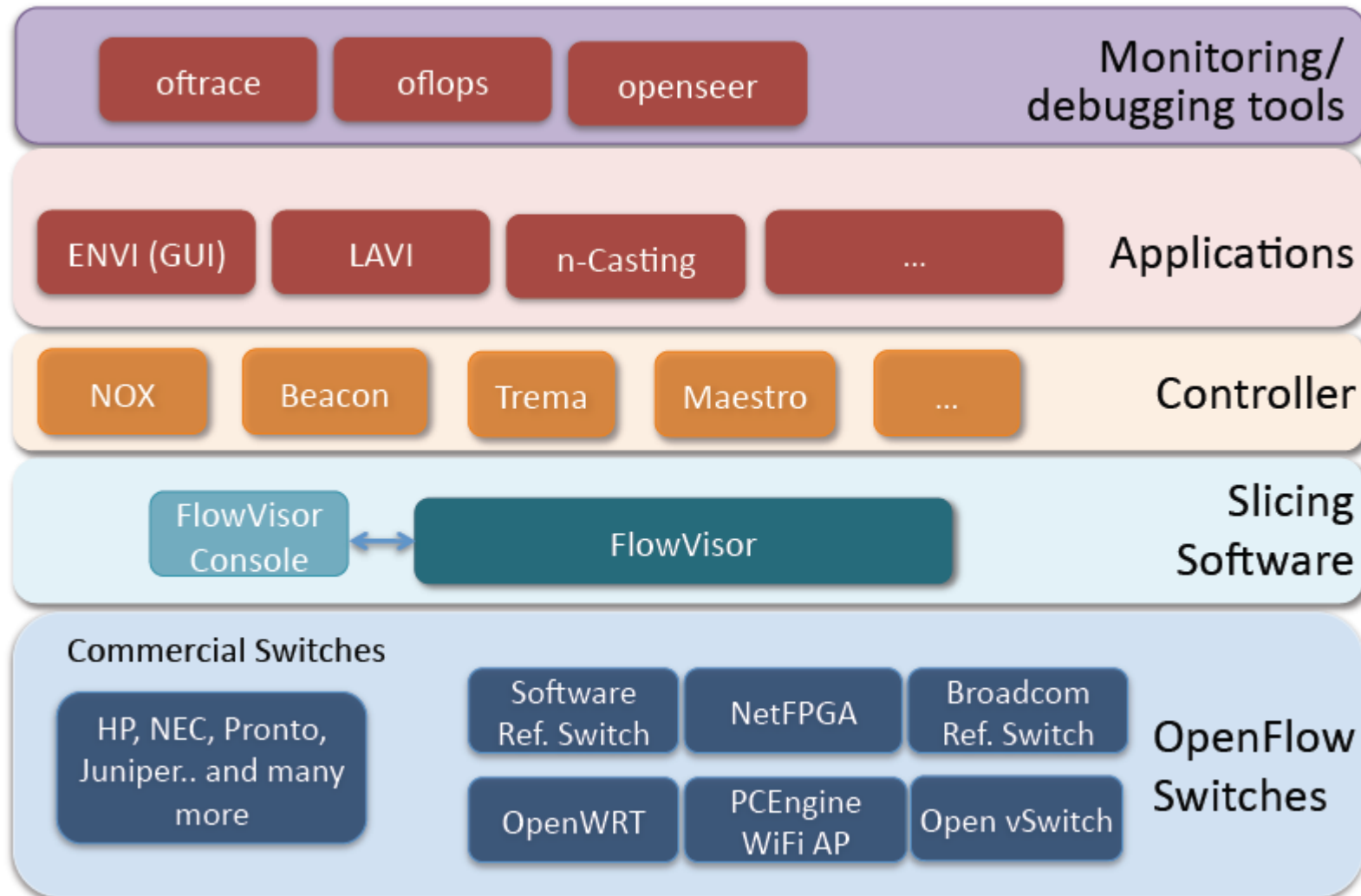
Oportunidade para que se crie uma industria nacional para software de (gerenciamento e controle) de rede.



# OpenFlow/SDN Timeline



# SDN Stack



# Pesquisa e Desenvolvimento em SDN no CPqD

## Exemplos de SDN no CPqD

- Dynamic Converged Services
  - Aprovisionamento dinâmico e automático de serviços de conectividade de rede em segundos
    - Pelo operador da rede ou até mesmo pelo próprio cliente
    - Via interface gráfica web segura
    - Roda atualmente na Rede GIGA (75 switches interligando 66 labs em 23 instituições em 7 cidades na região sudeste do Brasil)
- RouteFlow
  - Transforma uma rede de switches Ethernet programáveis (via OpenFlow) de baixo custo em uma ou mais rede(s) IP roteada(s) virtual/is
    - Roda em servidores do tipo PC ou em nuvem privada ou pública
    - Interopera com redes roteadas tradicionais
    - Permite inovação nos protocolos e algoritmos de roteamento IP conforme necessidade

# Dynamic Converged Service (DCS)

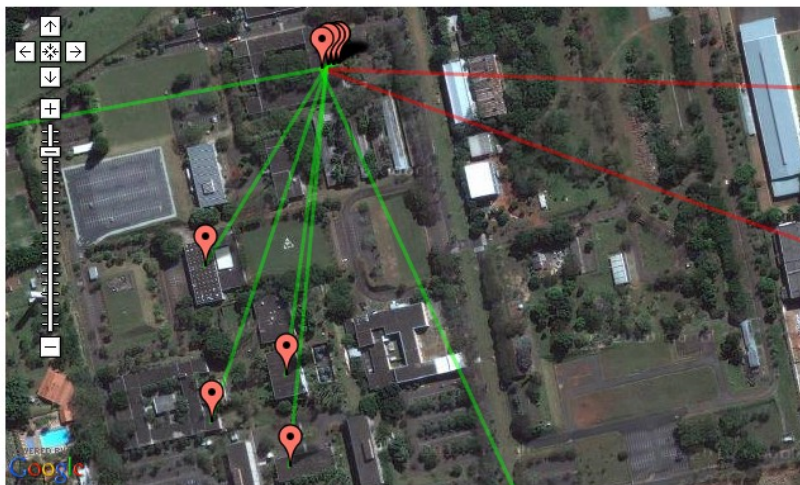
[about](#)
[support](#)
[sign out](#)

## Dynamic Converged Services

October 18, 2011 16:14

- View Topology
- Reserve Circuit
- View Circuits

Domain: giga.cpqd.com.br



Link Status: ■ Available ■ Unavailable

[CPqD - Todos os direitos reservados](#)

[about](#)
[support](#)
[sign out](#)

## Dynamic Converged Services

October 18, 2011 15:41

- View Topology
- Reserve Circuit
- View Circuits
- Add User
- View Users

current history details

Circuit ID:	938
Description:	cpqd.p11 - unicamp.lca
Created By:	futurecom-user
Status:	FINISHED
Source:	acpqd-p13.p10
Destination:	aunicamp-lca.p23
Duration:	2 hours 47 minutes
Start Date:	<input type="text" value="9/5/2011"/>
Start Time:	<input type="text" value="10:13"/>
End Date:	<input type="text" value="9/5/2011"/>
End Time:	<input type="text" value="13:00"/>
Bandwidth:	50 Mbps
VLAN (Source):	-
Source Vlan type:	Untagged
VLAN (Destination):	-
Destination Vlan type:	Untagged
Networks:	Domain: giga.cpqd.com.br

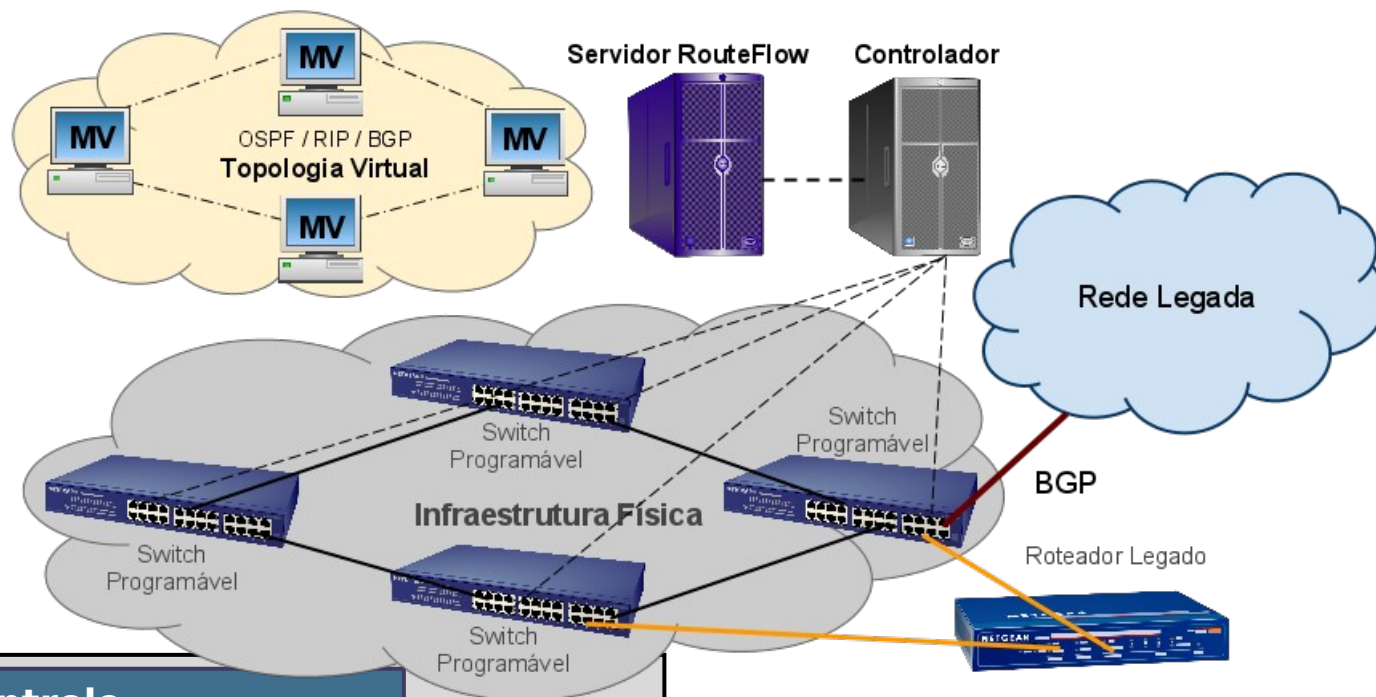
★ Favorite

[Network Map](#)
[Utilization](#)

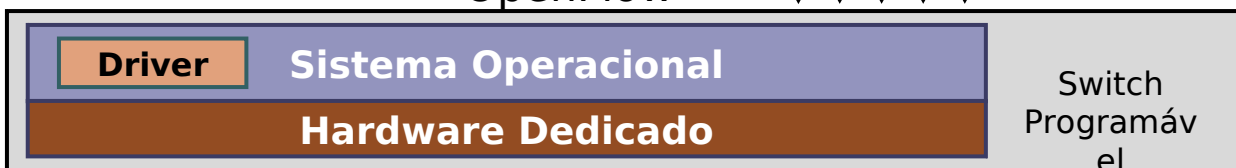
Imagery ©2011 Cnes/Spot Image, DigitalGlobe, GeoEye -  
[Terms of Use](#)



# RouteFlow



OpenFlow



## ... building a community



Visits: 12,000+ (5,000+ Unique)

From over 1,100 cities of 90+ countries all over the globe!



<http://go.cpqd.com.br/routeflow/>



**365**  
days since  
Project Launch



## Colaborações e desenvolvimentos comunitarios

- Web-based UI & Internet 2 HW pilot [C. Small, Indiana] ✓
- Aggregated BGP Routing Service [C. Corrêa, Unirio] ✓
- SNMP plugin [J. Stringer, Google] ✓
  
- Optimal BGP best path reflection [R. Raszuk, NTT-MCL] ⌚
- OpenFlow v1.1 and v1.2 [w/ Ericsson] ⌚
- Open Label Switched Router [OSRF; Google] ⌚
  
- Multi-path, Fast-ReRoute, BGP-Sec, IPv6, ... [YOU?] ?



Open Source Routing

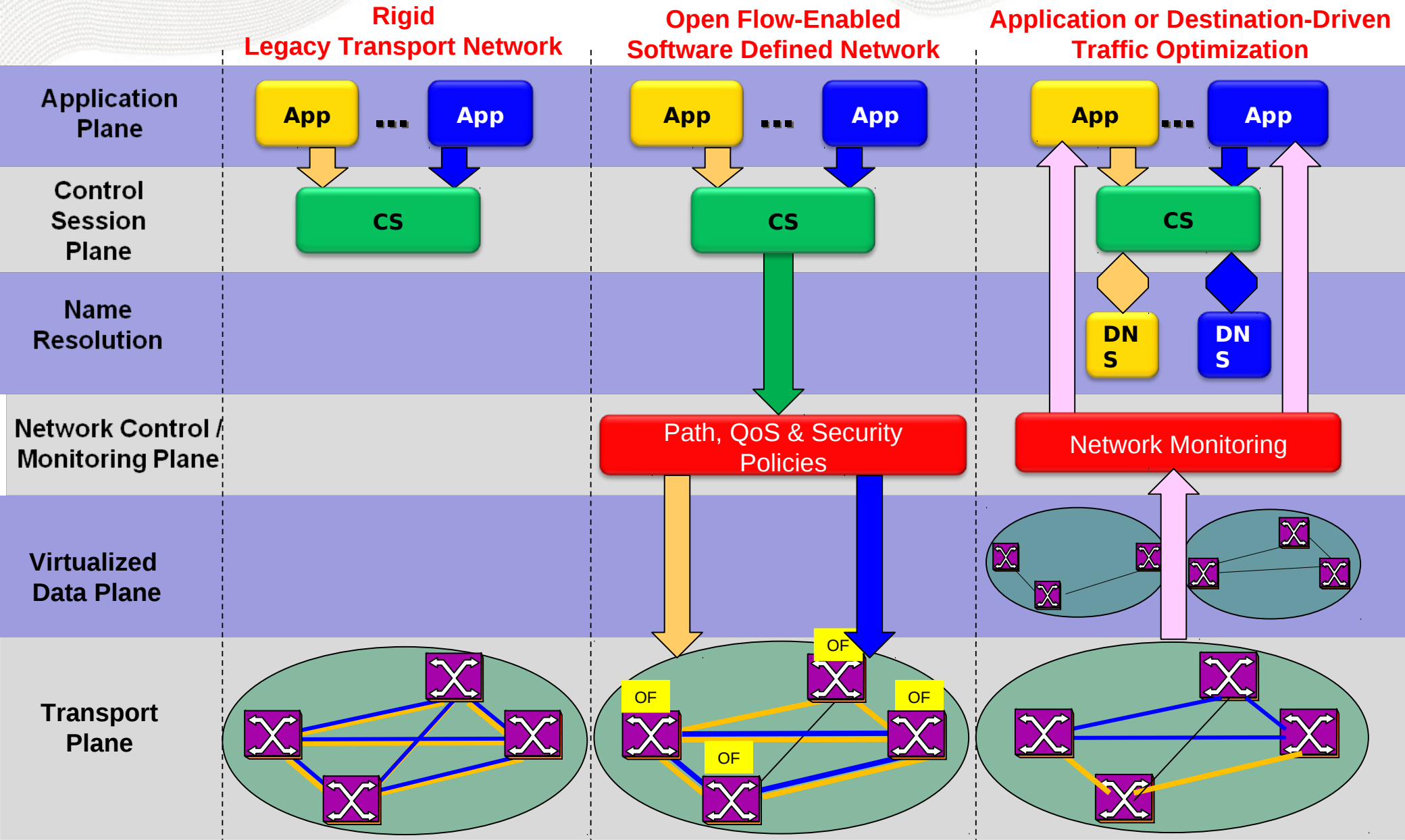




## Atividades

- RouteFlow+
  - Low-cost routing, migration to IPv6, BGP Security extensions
- Software-based OpenFlow switch v1.2 and v1.3
  - Collaboration with Ericsson to release open-source software switch
    - Based on previously IPv6 extended v1.1 reference switch design
- OpenFlow-enabled ROADM
  - Pilot experiment for the EU/Brazil FIBRE Project
- Networking for the Cloud
  - Integration of OpenFlow w/ OpenStack and transport networks

# SDN Converged Network Services



## Benefícios de SDN

- Usuários = proprietários da rede podem inovar na inteligência = software de controle da rede
  - Automação da rede = redução de custos
  - Novos serviços = aumento da receita
- Redução do TCO
  - Redução de custos de operação
  - Equipamentos passam a ter vida útil mais longas = ciclo aumentado de aquisição de novos equipamentos
    - Necessidade de novos equipamentos em função de **capacidade**, não de **funcionalidade**
  - Novos equipamentos com custo mais baixo (commodities) por serem menos inteligentes

# Considerações finais

## Resumo da ópera: SDN promete fomentar inovação aberta & competição

Foco da inovação e da percepção de valor migra:

- do **Hardware**: proprietário, box com software embarcado
- para **Software**: do estado-da-arte, que utiliza plataformas HW padrão de mercado

Software: Atuação de novos players nas camadas de Controle e de Serviços

- permitindo a formação de um eco-sistema multi-vendor (flexibilidade, agilidade)
- acelerando time-to-market para customizações de novas funções (serviços)

Wireless: Controle de recursos de rede com novas estruturas arquitetônicas:

- Rede e Radio Cognitivo (cognition engine) , incluindo Radio Definido por Software (RDS), p.ex. para melhor eficiência espectral

Wired (Óptica):

- Convergência Pacotes-Óptica / Unificação de Planos de Controle

@CPqD: Proposta evolutiva para a nova fronteira do estado-da-arte..

- Levando em conta co-existência com legado (melhoria do TCO, ROI)
- Visando fechar a roda da inovação levando tecnologia OpenFlow/SDN no mercado

**Christian Esteve Rothenberg, PhD**

Diretoria de Redes Convergentes (DRC)

esteve@cpqd.com.br

**Obrigado!**

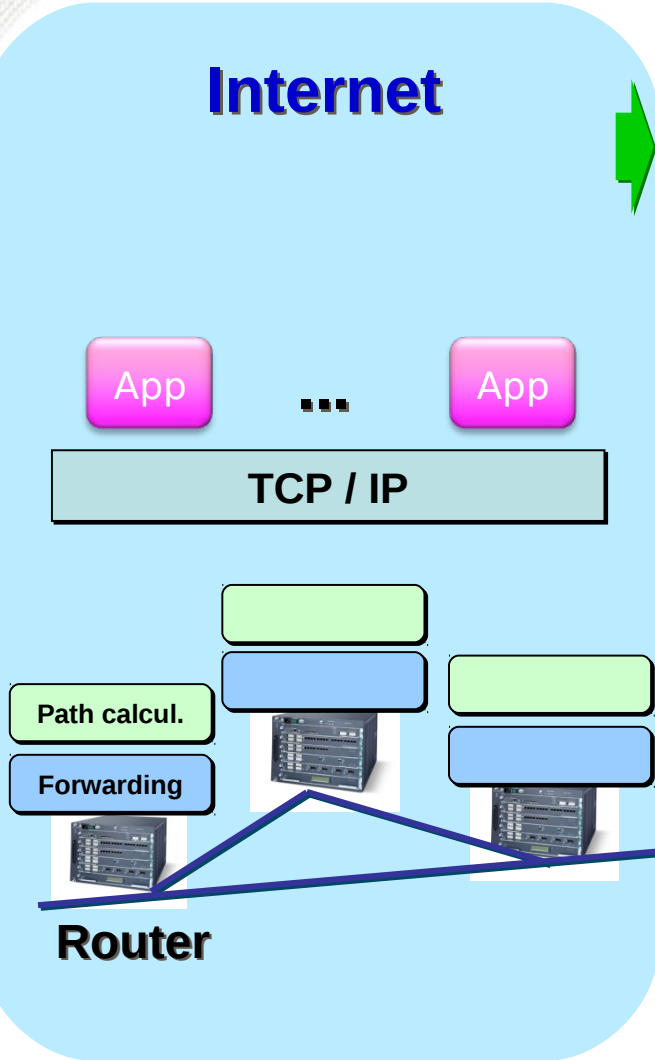
**Perguntas?**

[www.cpqd.com](http://www.cpqd.com)

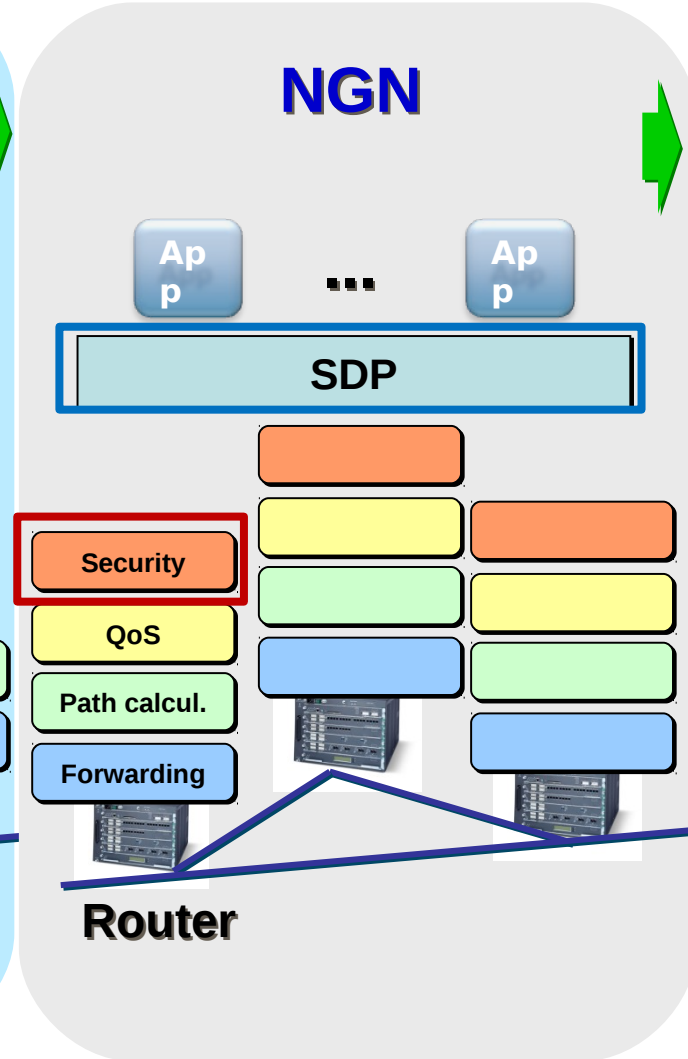


# Rede Convergente Definida por Software (RCDS)

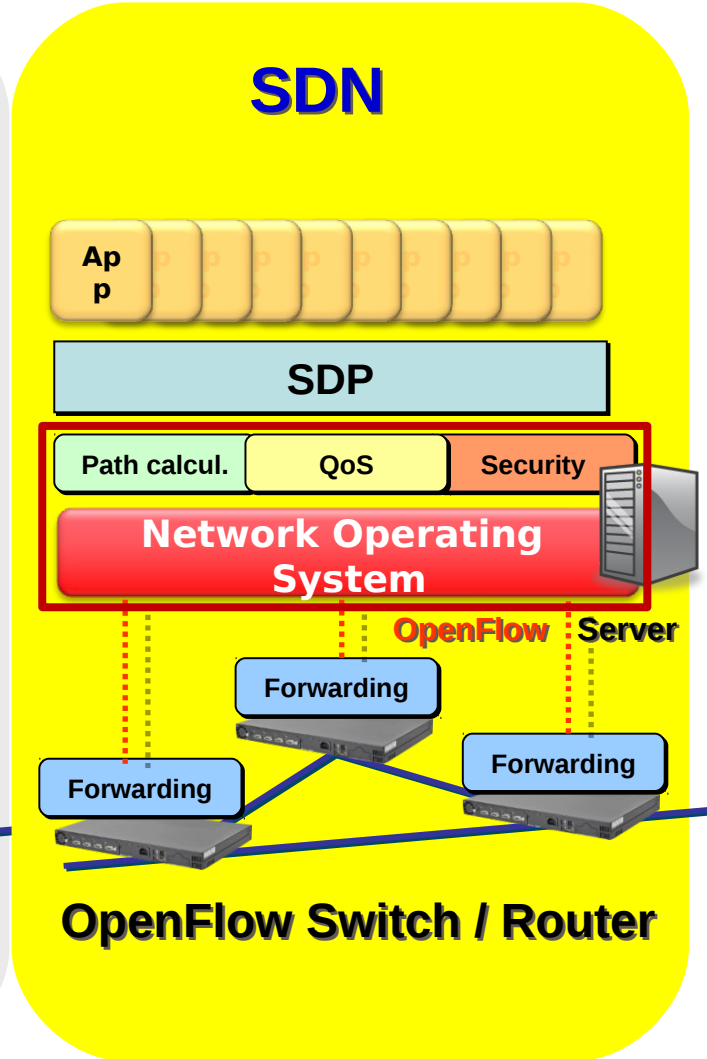
## Internet



## NGN



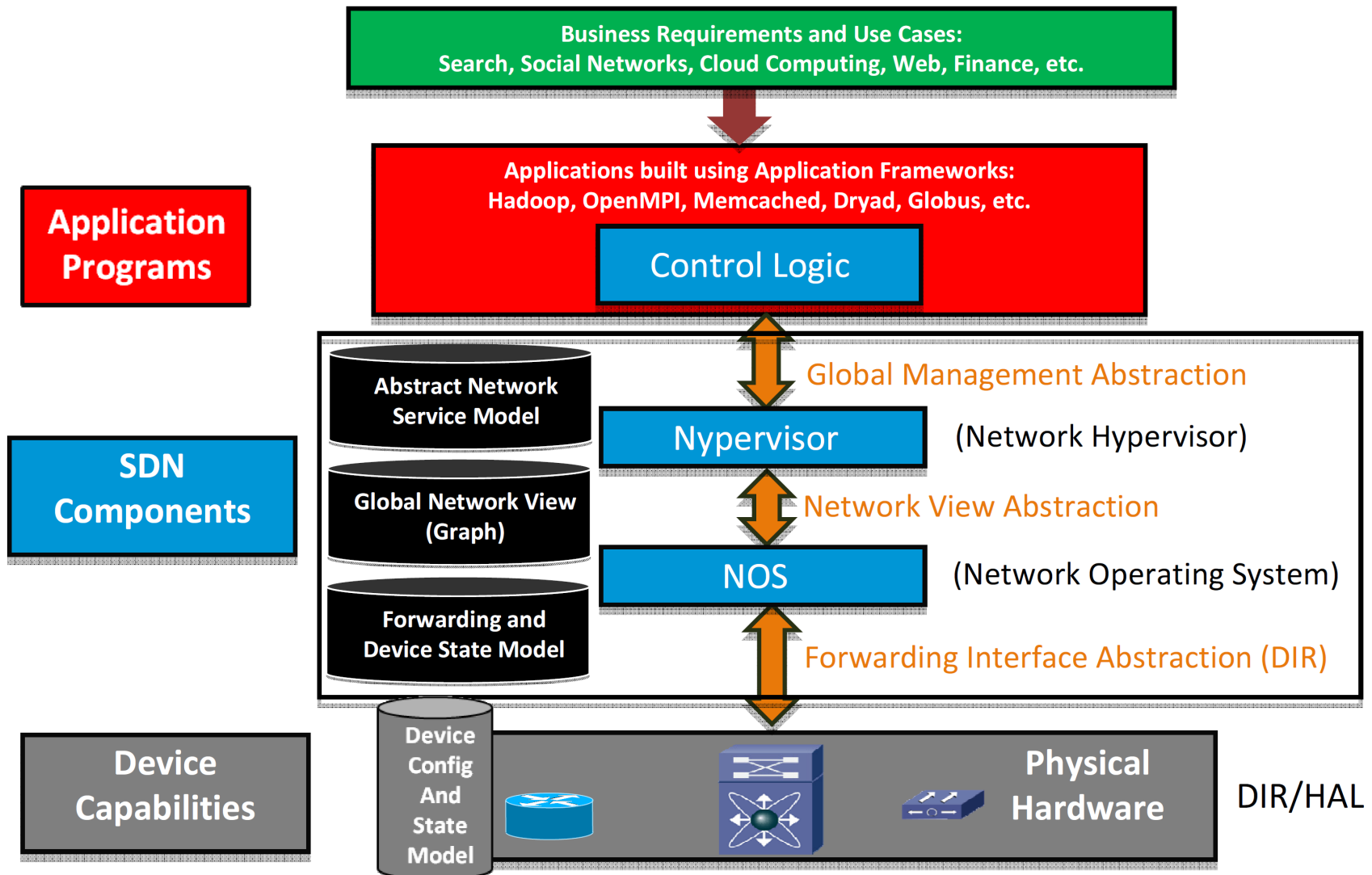
## SDN



## Benefícios e impactos

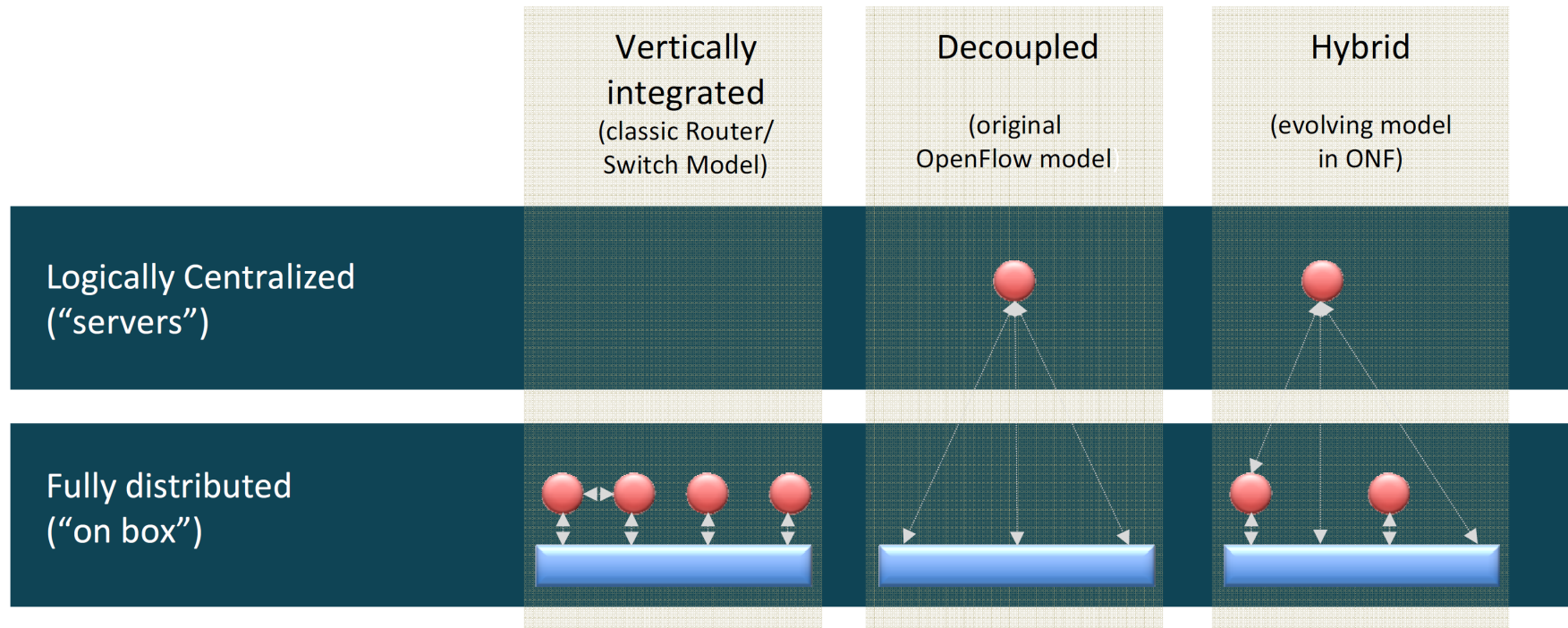
- **Inovação tecnológica** em soluções de redes e serviços para os proprietários de infra-estrutura, os provedores de serviços e a comunidade de pesquisa.
- **Oportunidade para que empresas nacionais** possam competir e inovar na área de aplicações para gerenciamento e controle de redes de pacotes.
- **Novos modelos de negócio** que promovem redução de CAPEX e OPEX por meio de novos serviços (ex. alocação dinâmica de fatias/recursos da rede), reaproveitamento de ativos e automatização dos processos operacionais.
- **Diminuição do tempo ao mercado** na implementação de funcionalidades e soluções de redes integradas e customizadas à demanda do cliente.
- **Simplificação e barateamento** dos equipamentos pela diminuição dos requisitos mínimos de SW embarcado e pilhas de protocolos proprietárias.
- **Consolidação dos planos de controle e gerência** de infra-estruturas de rede, facilitando a convergência ampla e a migração para novos padrões e tecnologias de rede de transporte.

# “Modern” OF/SDN architecture





# Control Plane Distribution Options



Data Path jointly controlled by standard on-box control plane and centralized off-box controller

Slide courtesy Frank Brockners

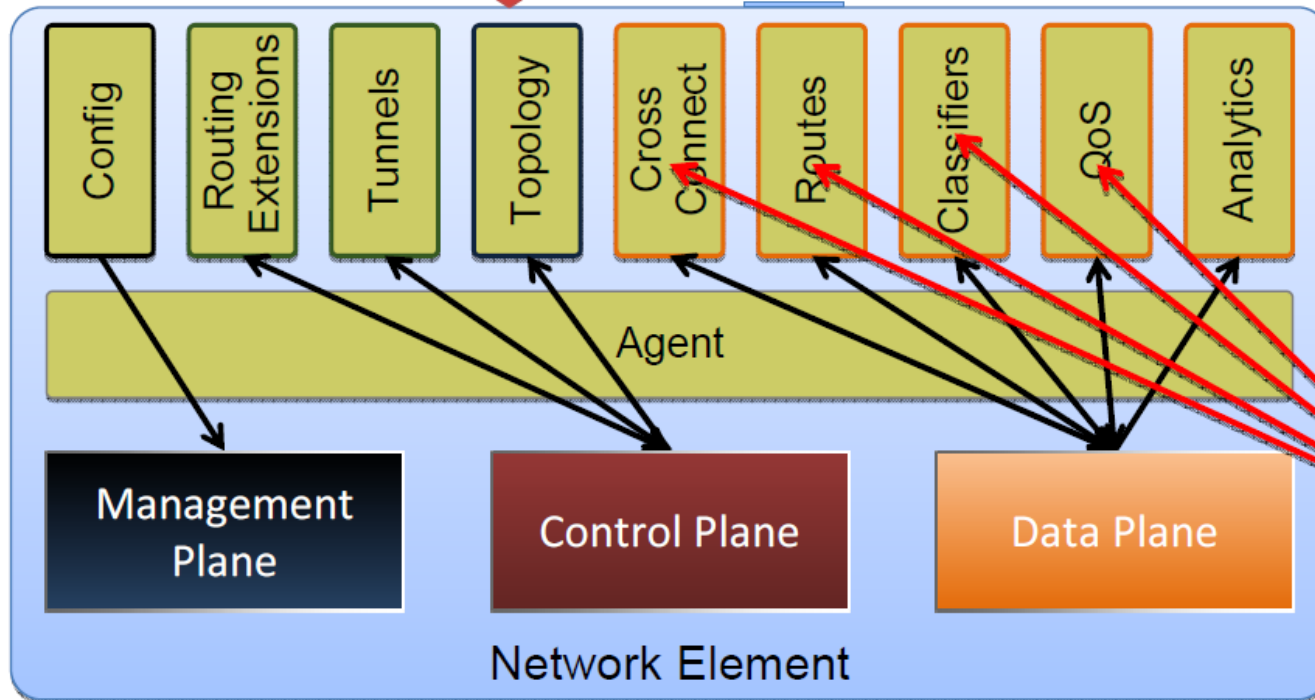
Legend:

- Data plane
- Control plane function

Inform network of desired behavior



Inform application of data intrinsically in the network



**OF/OF++,  
Hybrid Switch**

