

“Internet do Futuro: Aplicações, Perspectivas e Inovação”



Prof. Leobino N. Sampaio

Sobre o palestrante ...



- **UFBA**
 - Professor Adjunto 1 (disciplinas TI)
 - Escola de Administração (NACIT)
 - Mestrado em Ciência da computação (Inst. de Matemática)
- **Bacharelado**
 - Análise de Sistemas e Administração
- **Mestrado**
 - Redes de Computadores
- **Doutorado**
 - Ciência da computação (UFPe)
- **+11 anos no ensino superior/pesquisa**
 - Unifacs, UFBa,
 - RNP, Fapesb
- **+13 anos na área de TI**
 - Baneb, ServNet, PSINet, UFBa



Agenda



- Histórico da Internet
- Internet atual: inovação, limitações e desafios
- Perspectivas de inovação com Redes definidas por Software
- Projetos de inovação em redes no Brasil



Um pouco da história da Internet ...

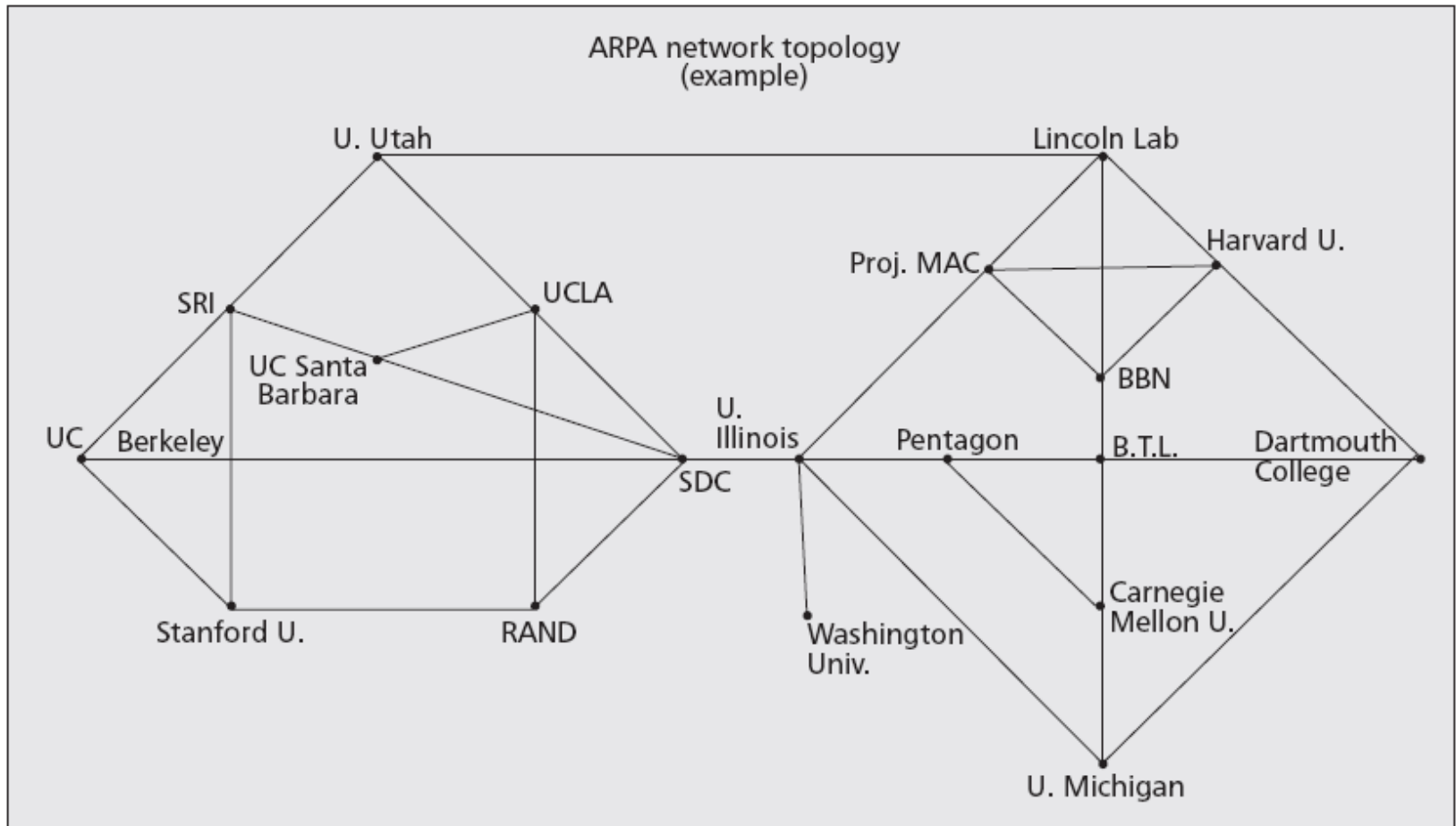
A Internet e seus recursos



- ARPAnet (1969): motivada pelo compartilhamento de recursos computacionais.
- Grupo limitado de usuários: laboratórios que desenvolviam pesquisas de interesse da ARPA.
- Rede robusta e relativamente confiável.
- Usuários: pesquisadores e não o público em geral
- Projeto iniciado em 1969 como ARPANET para testar a viabilidade de uma rede de computadores, para compartilhar dados, trocar mensagens e transferir arquivos.
(Kleinrock, L., 2008)



Configuração inicial da Internet (ARPANET)

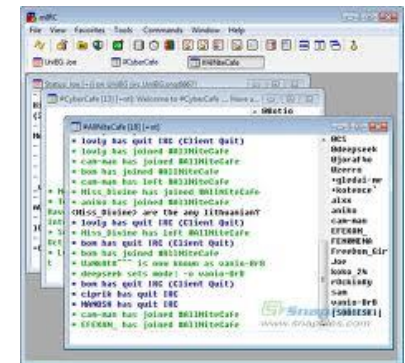
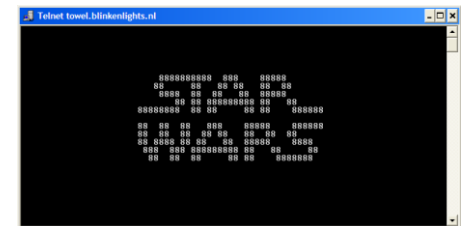
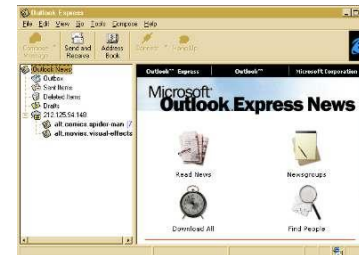


Aplicações da Internet original



- Aplicações originais

- Chat (IRC)
- Telnet / SSH
- FTP
- Newsgroup
- Pop3/SMTP

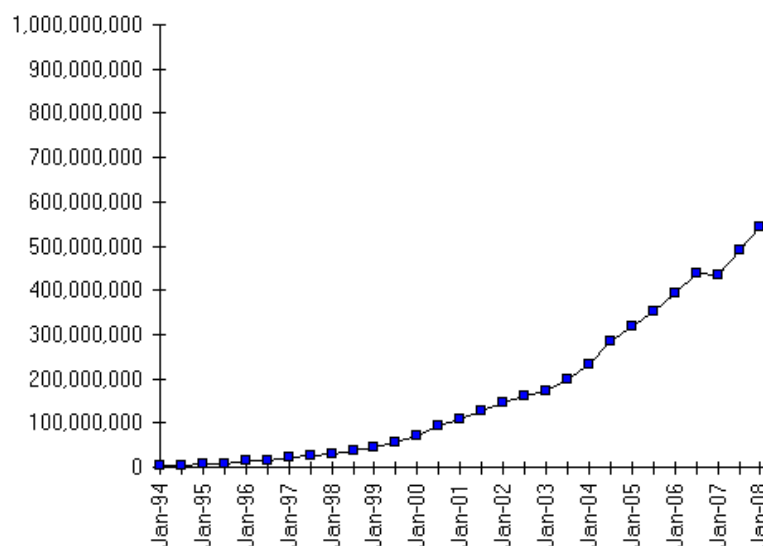


- HTTP! -> Web (Convergência de serviços)

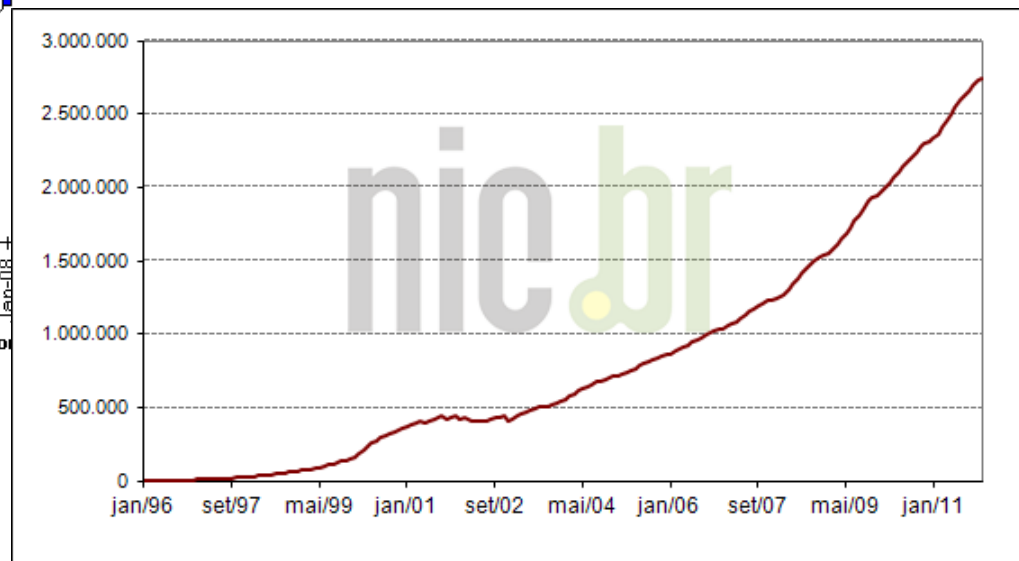
Internet atual



Internet Domain Survey Host Count



Source: Internet Systems Consortium (www.isc.org)



Número de Domínios .br

Internet hoje



- Multimídia (voz e vídeo) sobre IP
- Compartilhamento de vídeos, jogos
- Proliferação de redes sem fio:
 - Wi-Fi, redes celulares
 - Smartphones
- Web 2.0
- Redes Sociais
- Computação na nuvem

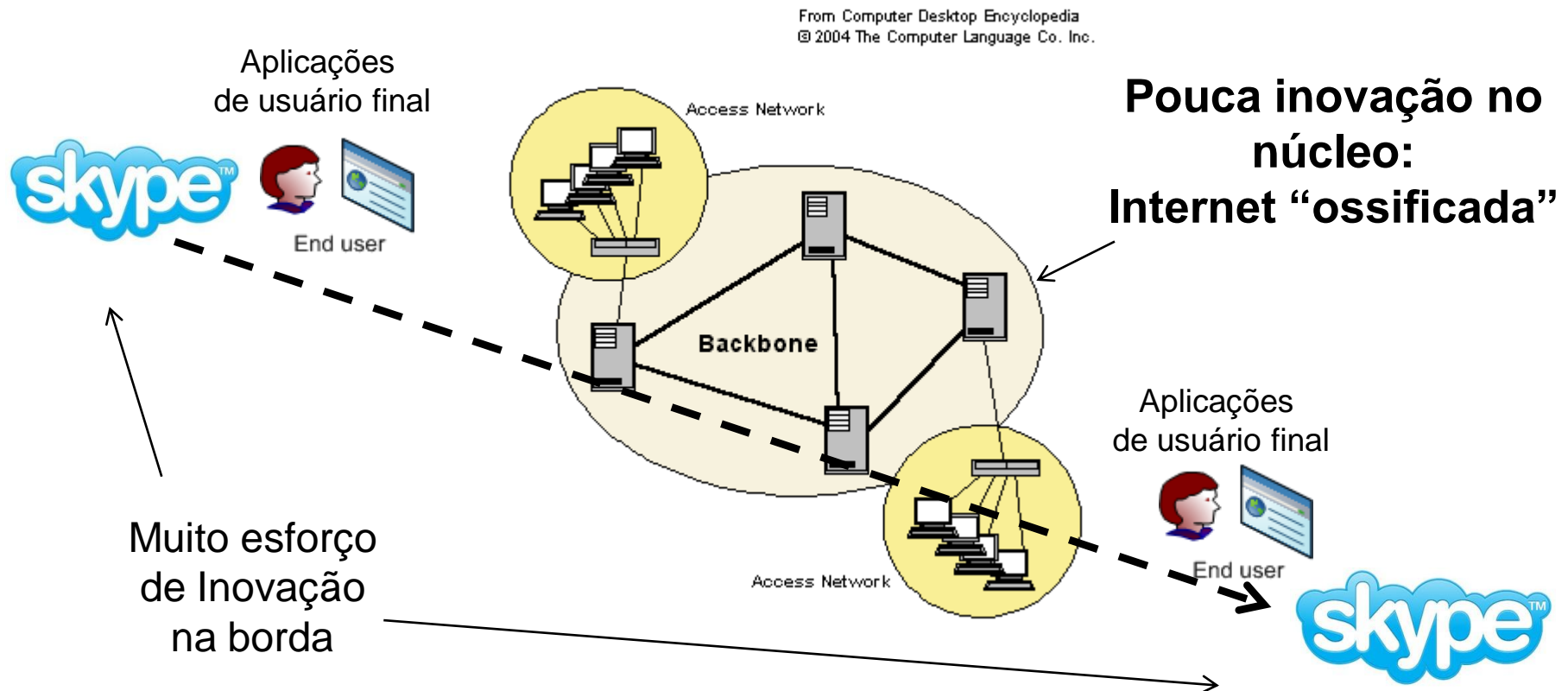


Inovações na Internet original

Inovações na Internet original



Ex: Aplicações VoIP



Porque inovar no núcleo?



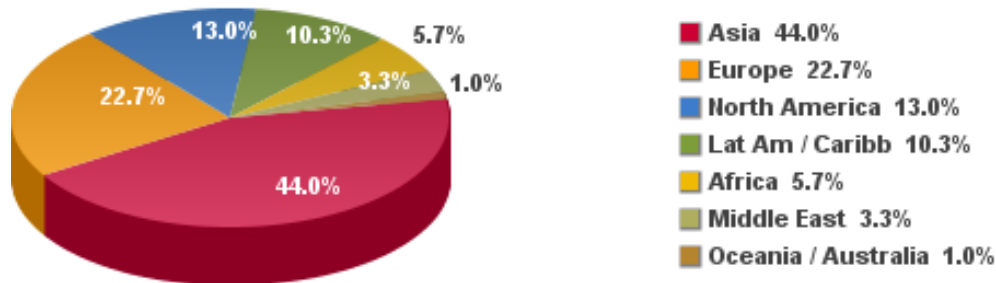
- Convergência digital
- Mobilidade
- Variedade de tecnologias de acesso
- Computação em nuvem
- Aplicações industriais
- Aplicações médicas
- Aplicações pessoais
- Redes domésticas
- Entretenimento

Conseqüências da convergência digital (1)



- **Números da Internet atual**
 - + 2 bilhões de usuários
 - Receita das empresas de Internet (em 2009):
 - 70 bilhões dólares (EUA)
 - 159 bilhões de euros (Europa)

**Internet Users in the World
Distribution by World Regions - 2011**



Source: Internet World Stats - www.internetworldstats.com/stats.htm
Basis: 2,095,006,005 Internet users on March 31, 2011
Copyright © 2011, Miniwatts Marketing Group

Conseqüências da convergência digital (2)



- Novas Empresas
 - Google, Facebook, Twitter, Amazon, eBay, Yahoo, etc.
- Novos modelos de negócios
 - Comércio eletrônico: B2B, C2C
 - Ex. Compras coletivas, Mercado livre



Evolução da Web



- A evolução da Web tem possibilitado a criação de novos modelos de negócios e formas de trabalho
- Três importantes fases
 - Web 1.0 (Difusão)
 - Web 2.0 (Colaboração)
 - Web 3.0 (Semântica)

Novas tecnologias de redes e tendências



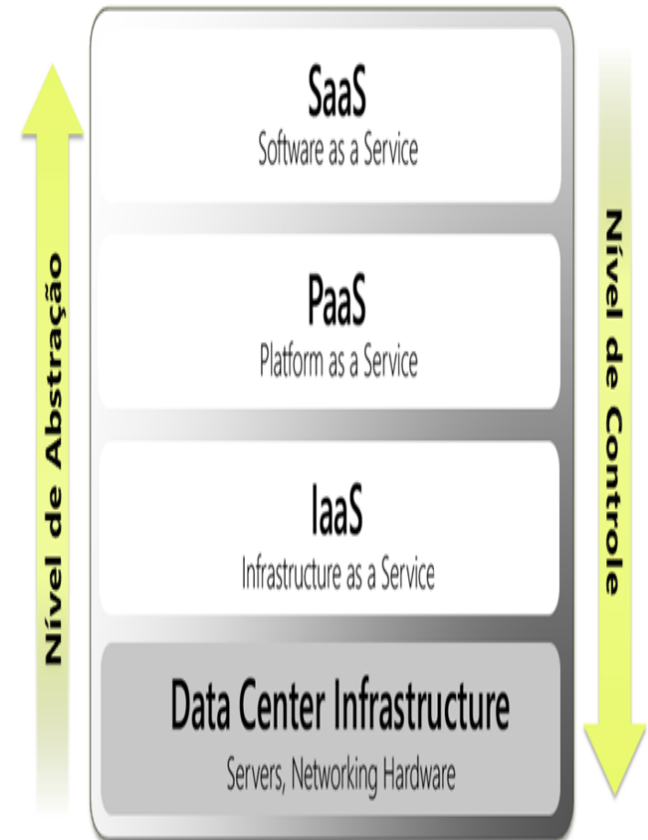
- Computação móvel, ubíqua e pervasiva
- Redes veiculares
- Redes Adhoc/Mesh
- Computação em nuvens
- Redes de sensores

Novas tecnologias de redes e tendências: 4G



- Tecnologia 4G
 - Transição da indústria de telefonia celular para a tecnologia IP
 - Suportar bilhões de usuários móveis
 - Quarta geração da tecnologia móvel
 - Banda mínima 100Mbps
 - WiMax, Mesh
 - Segundo ANATEL, funcionamento até 2013 ...

Novas tecnologias de redes e tendências: Computação em nuvens



Novas aplicações e demandas: Aplicações multimedia



- Multimedia Messaging Service (MMS),
- Vídeo chat,
- Mobile TV,
- Conteúdo HDTV,
- Digital Video Broadcasting (DVB)



Novas aplicações e demandas: vídeo 4K



- Vídeo 4k (petabytes):
 - 4xFullHD,
 - 2,5 terabytes para armazenar 60 minutos de filme,
 - Projeto piloto para COPA 2014 (4k+3D)
 - Área de aplicações: médicas, imagens sísmicas (projeto petrobras), Cinema

<http://www.youtube.com/watch?v=xWJHjyVkVR4>

Novas aplicações: Produtos com vídeo 4K



Novas aplicações e demandas: Realidade aumentada



http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=9c6W4CCU9M4

Novas aplicações e demandas: Robôs autônomos



- Robôs que realizam tarefas sem intervenção humana
 - Habilidades para interpretar o ambiente e tomar decisões
 - Interage com o meio
 - Capacidade de aprendizado

http://www.moodle.ufba.br/file.php/11501/VijayKumar_2012.mp4

Novas aplicações e demandas:

Aplicações científicas



- Desafio: Aproveitar os recursos globais de computação, armazenamento e Rede, para permitir que a comunidade global trabalhe colaborativamente a grandes (Suruagy, J. A., 2012)
- Exemplos de aplicações
 - Física Nuclear e de Alta Energia, Astrofísica
 - eVLBI
 - Bioinformática, Imagens Clínicas
 - Energia de Fusão:



A Internet atual consegue suportar as novas demandas por comunicação?

Contexto que Internet original foi concebida



- Originalmente aplicações simples
- Reduzido número de máquinas
- Poucos dispositivos móveis
- Pouca capacidade de processamento dos dispositivos
- Pouca capacidade de transmissão das tecnologias de redes
- Essencialmente acadêmico

Inovação nas tecnologias de redes



**Novas aplicações da Internet
e a inovação exigem novas
arquiteturas para as redes**

(Koponen, T. et al, 2011)

Alguns dos novos requisitos para redes



- Ubiquidade
 - Uso em qualquer local e a qualquer momento
- Detecção de movimentos e a minimização da latência no handoff.
- Grande capacidade de usuários simultâneos
- Interoperabilidade entre os diversos padrões de redes sem fio

Alguns dos novos requisitos para redes (2)



- Altas taxas de transferência
 - 100 Mbit/s para usuários móveis e 1 Gbit/s para estações fixas,
- Criação dinâmica de circuitos
- Aplicações em outros campos
 - Industrial
 - Medicina
 - Entretenimento (cinema, dança, etc.)

Problemas para inovar na Internet atual

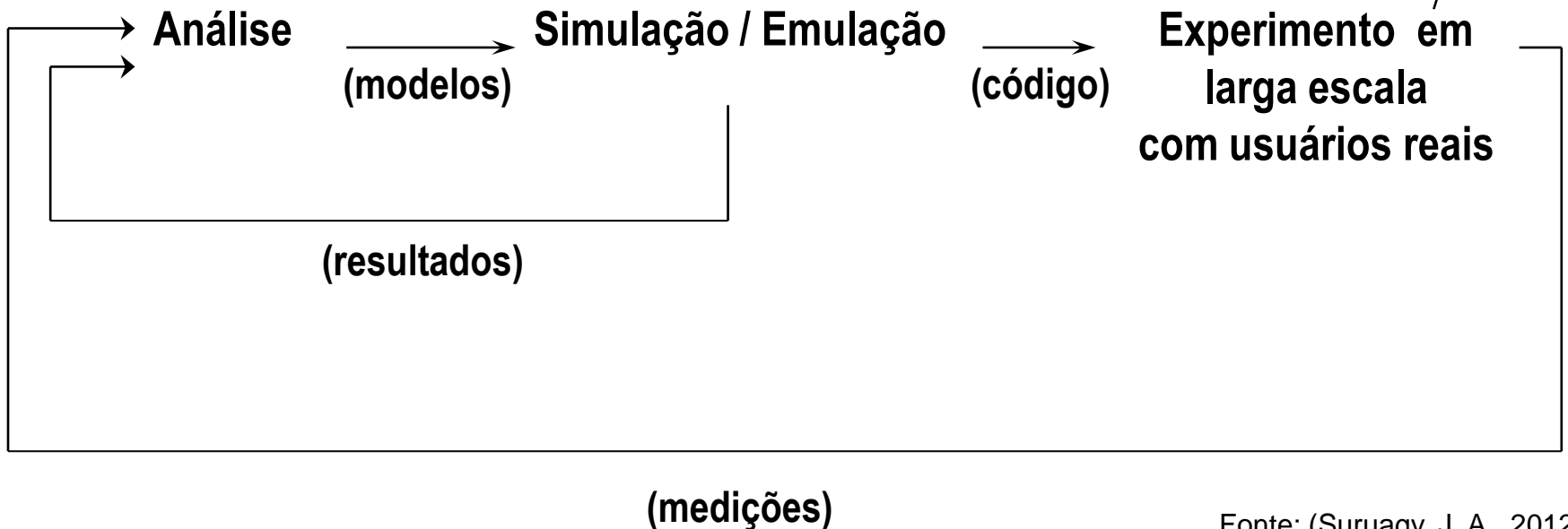


- Apenas nas bordas
- Núcleo “ossificado” (*Nick McKeown - Rio de Janeiro 2009*)
- Teoria x Prática
- O que fazer com o tráfego corrente e a base já instalada?
- Exemplos:
 - IPV6

Problemas para inovar



Teoria X Prática



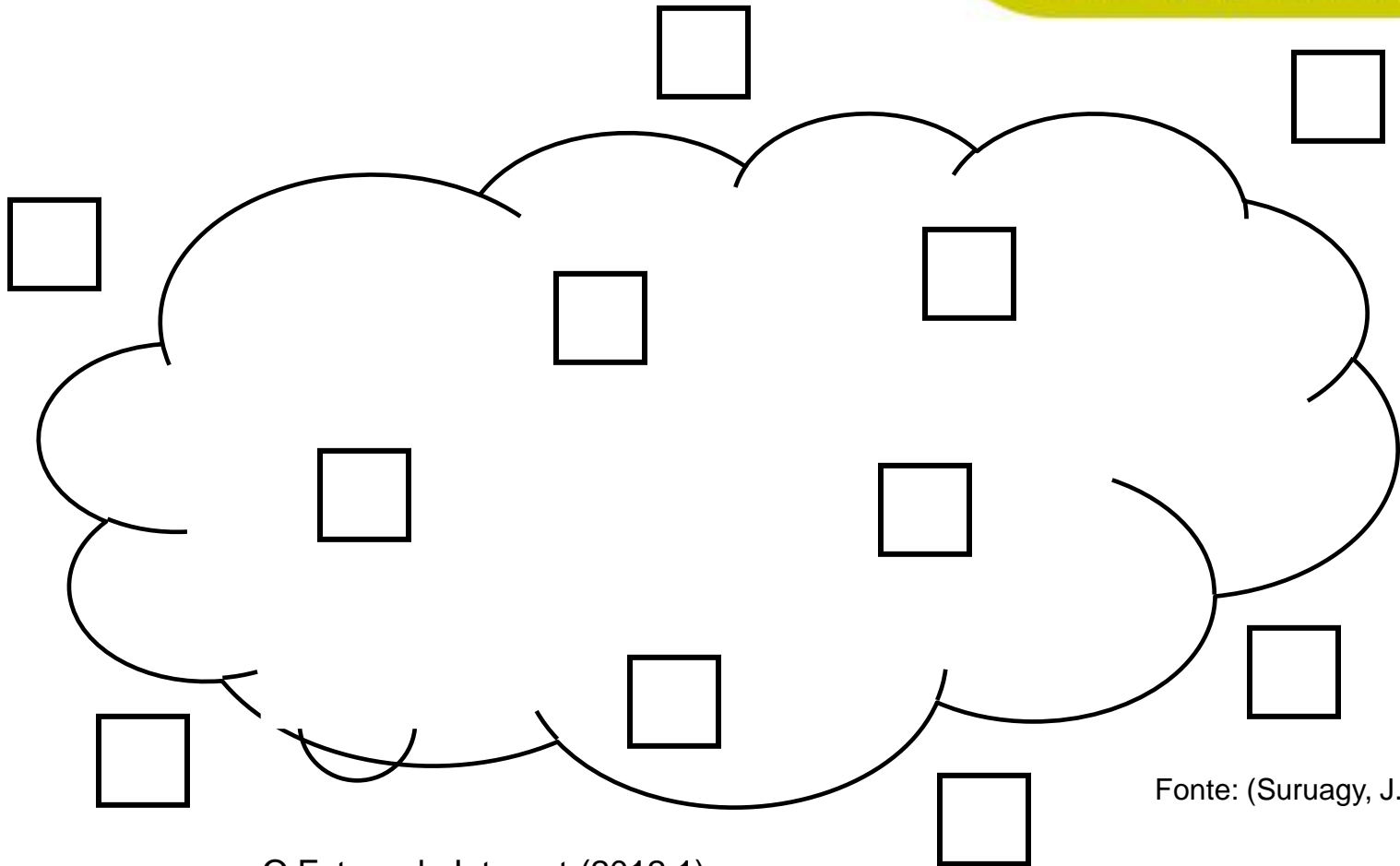
Fonte: (Suruagy, J. A., 2012)

Alternativas para viabilizar a inovação



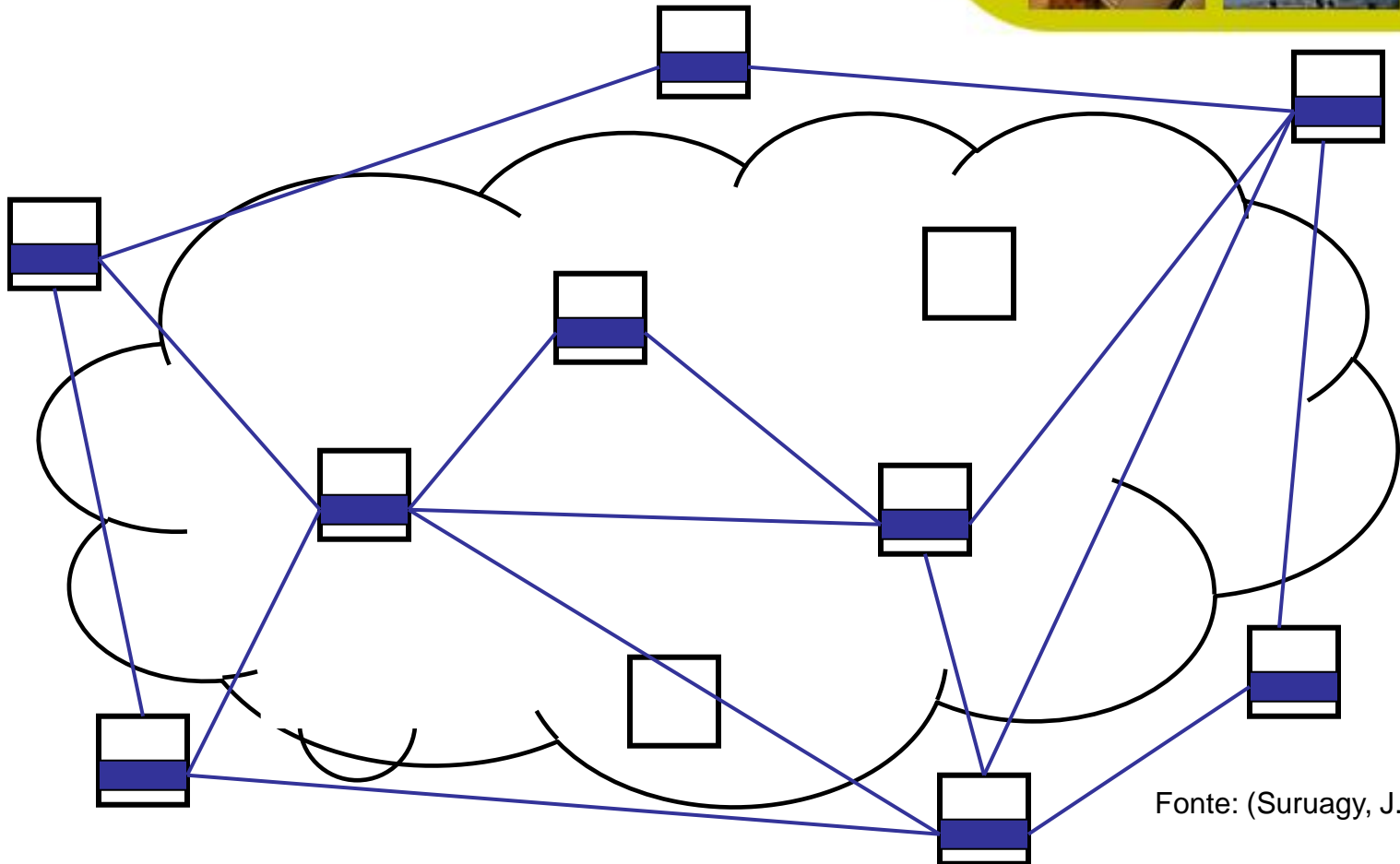
- Virtualização dos equipamentos de redes
- Criação de novas arquiteturas
 - Redes Definidas por Software (RDS)
- Porções da rede são criadas para
 - Tráfego corrente
 - Inovação

Fatias (*Slices*)



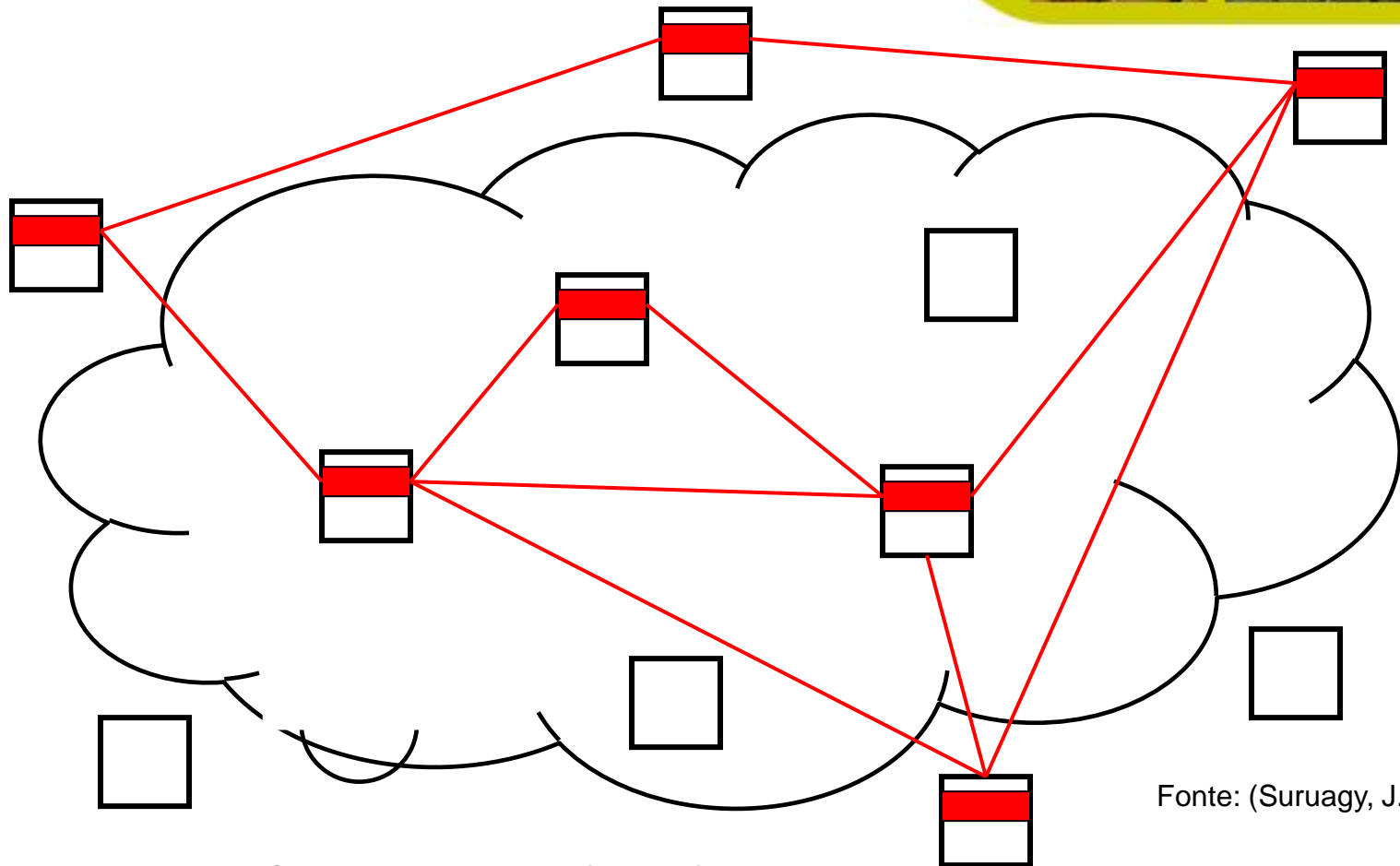
Fonte: (Suruagy, J. A., 2012)

Uma Fatia (*Slice*)



Fonte: (Suruagy, J. A., 2012)

Outra Fatia (*Slice*)



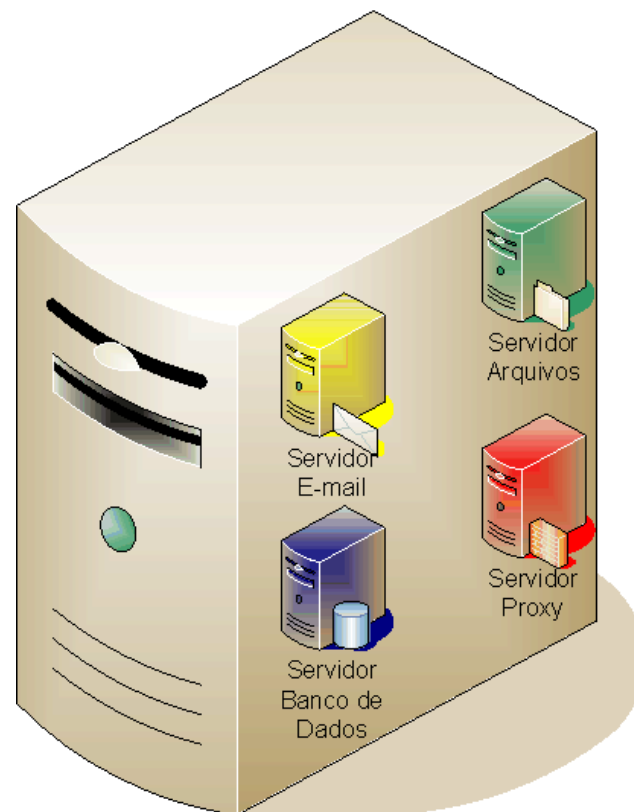
Fonte: (Suruagy, J. A., 2012)

Entendendo melhor a virtualização



Virtualização

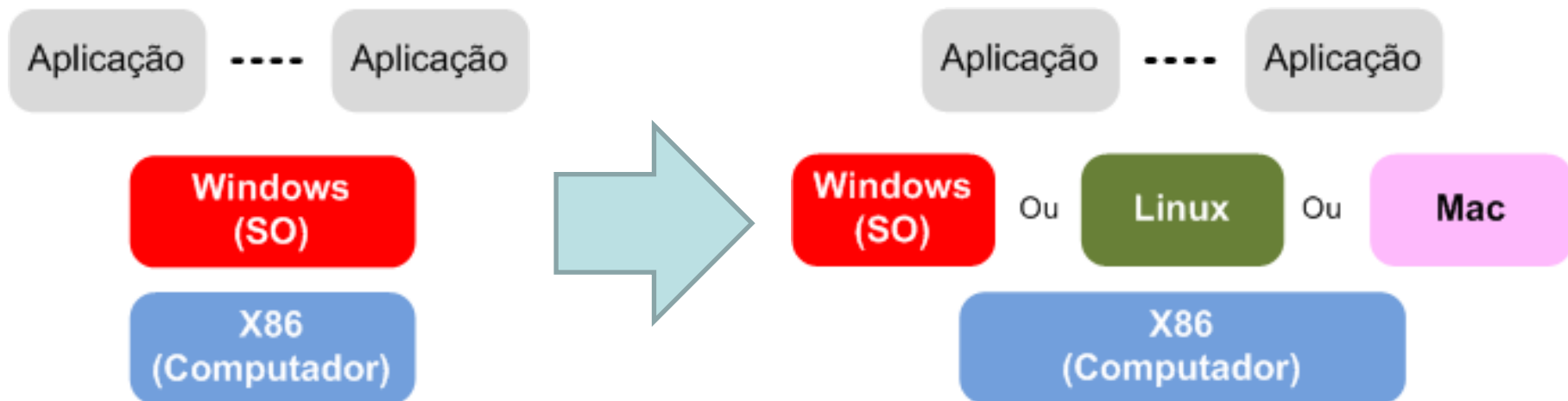
- Para entender melhor a virtualização de redes podemos ver o exemplo da virtualização de PCs
- Principal solução de Datacenters



Inovação com Virtualização (1)



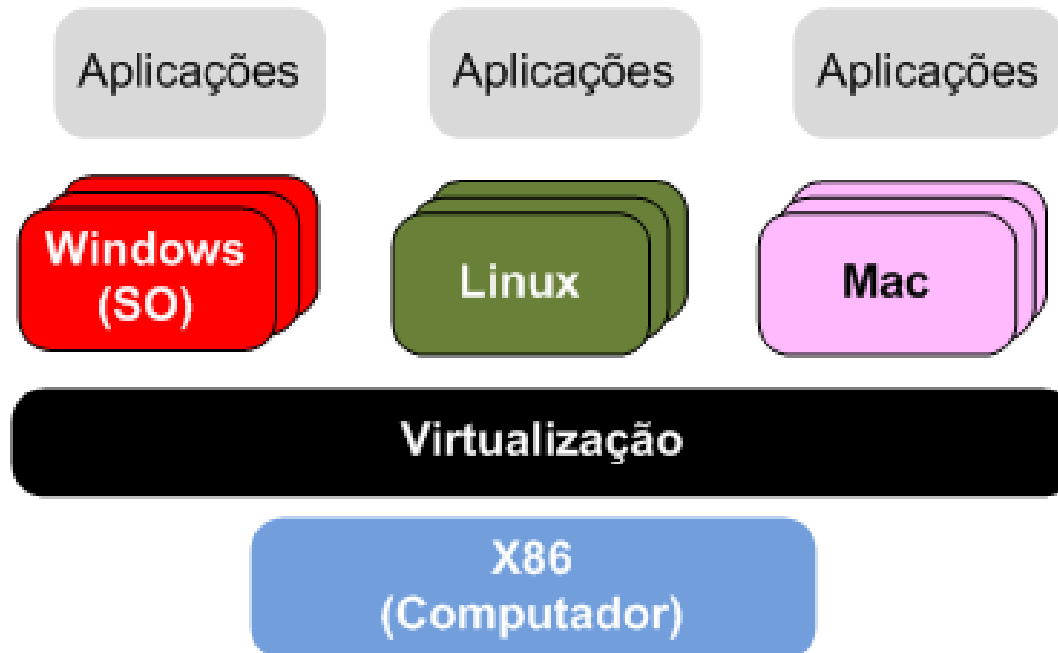
- Indústria de PCs: Sistema Operacional



Inovação com Virtualização (2)



- Virtualização em PCs



Virtualização de equipamentos de redes

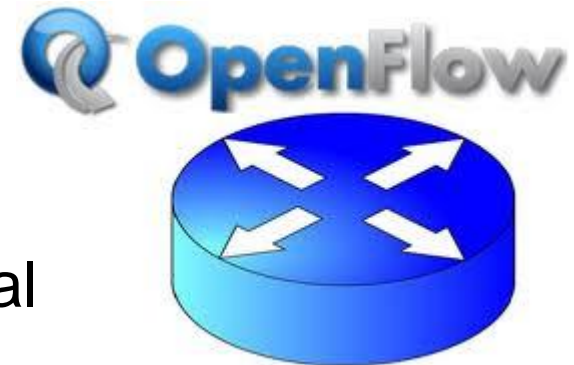


- Perspectiva de inovar no núcleo da rede
- Disponibilizar porções da rede para experimentação e promover inovações
- Desenvolvimento de novas aplicações e protocolos de comunicação
- **Openflow tem sido o principal produto**

Projeto Openflow



- Proposto em 2008 por pesquisadores da universidade de Stanford
 - *(McKeown, N. et al, 2008) – ACM SIGCOMM 2008*
- Implementação do conceito de RDS
- Características
 - Implementação de baixo custo e de alto desempenho;
 - Suportar a pesquisas científicas;
 - Isolamento entre o tráfego experimental e o tráfego de produção.



Como funciona a RDS



Ethernet Switch



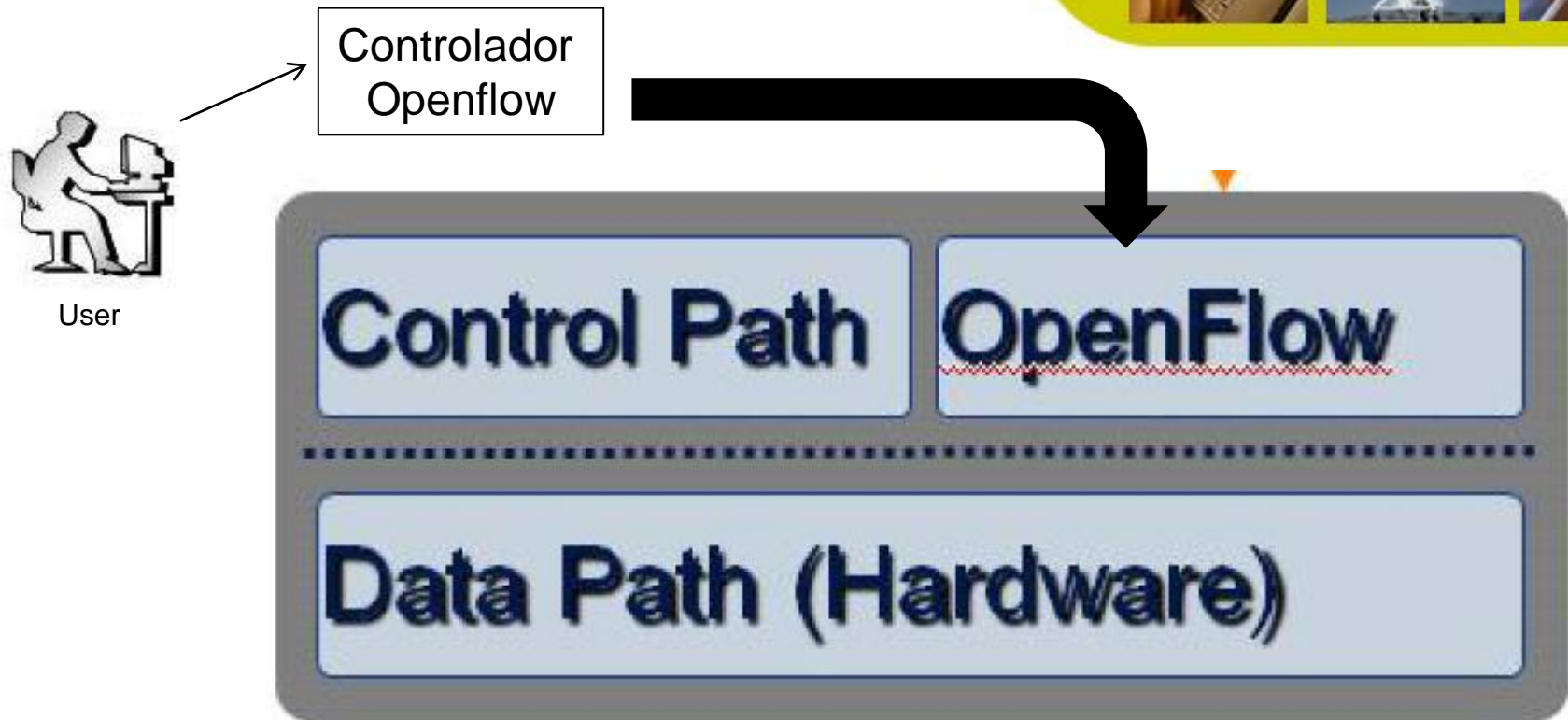
Equipamentos controlados por software



Control Path (Software)

Data Path (Hardware)

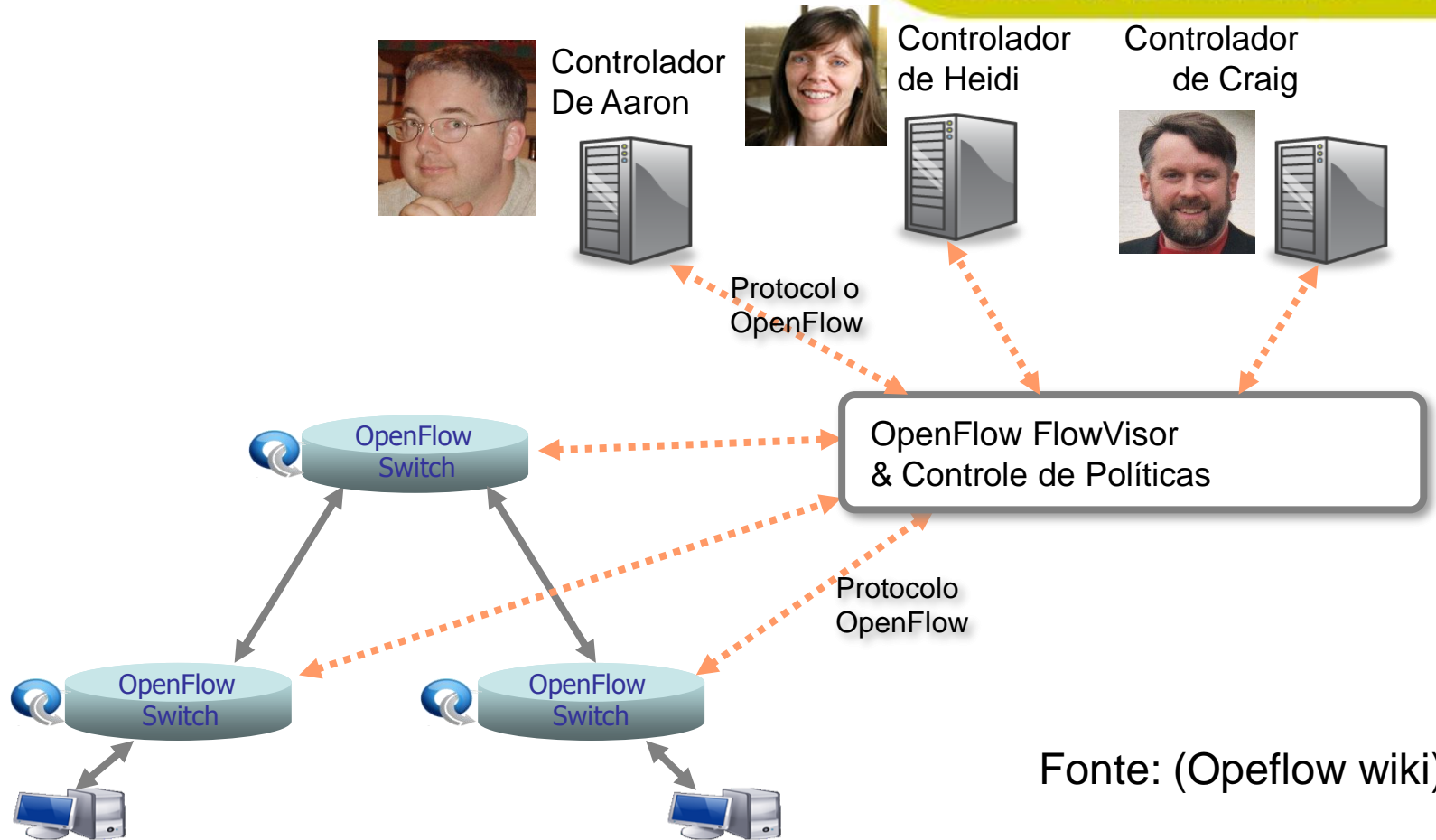
Openflow



Inteligência fora dos equipamentos



44

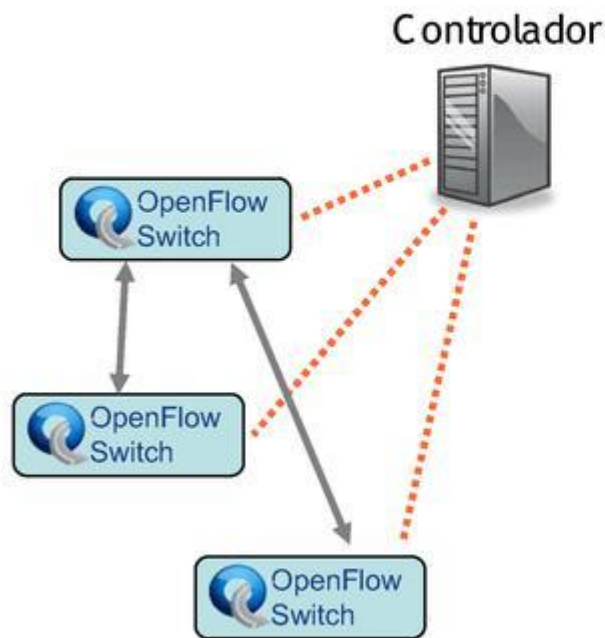


Fonte: (Opeflow wiki)

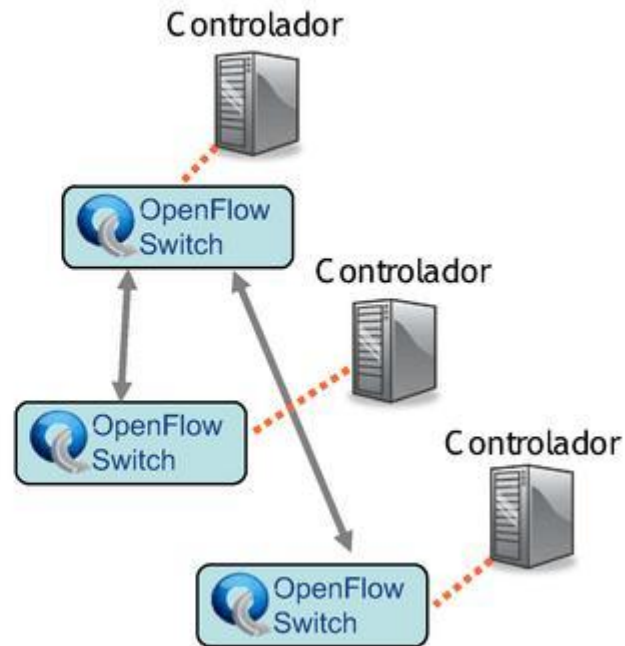
Controle da rede



Controle Centralizado

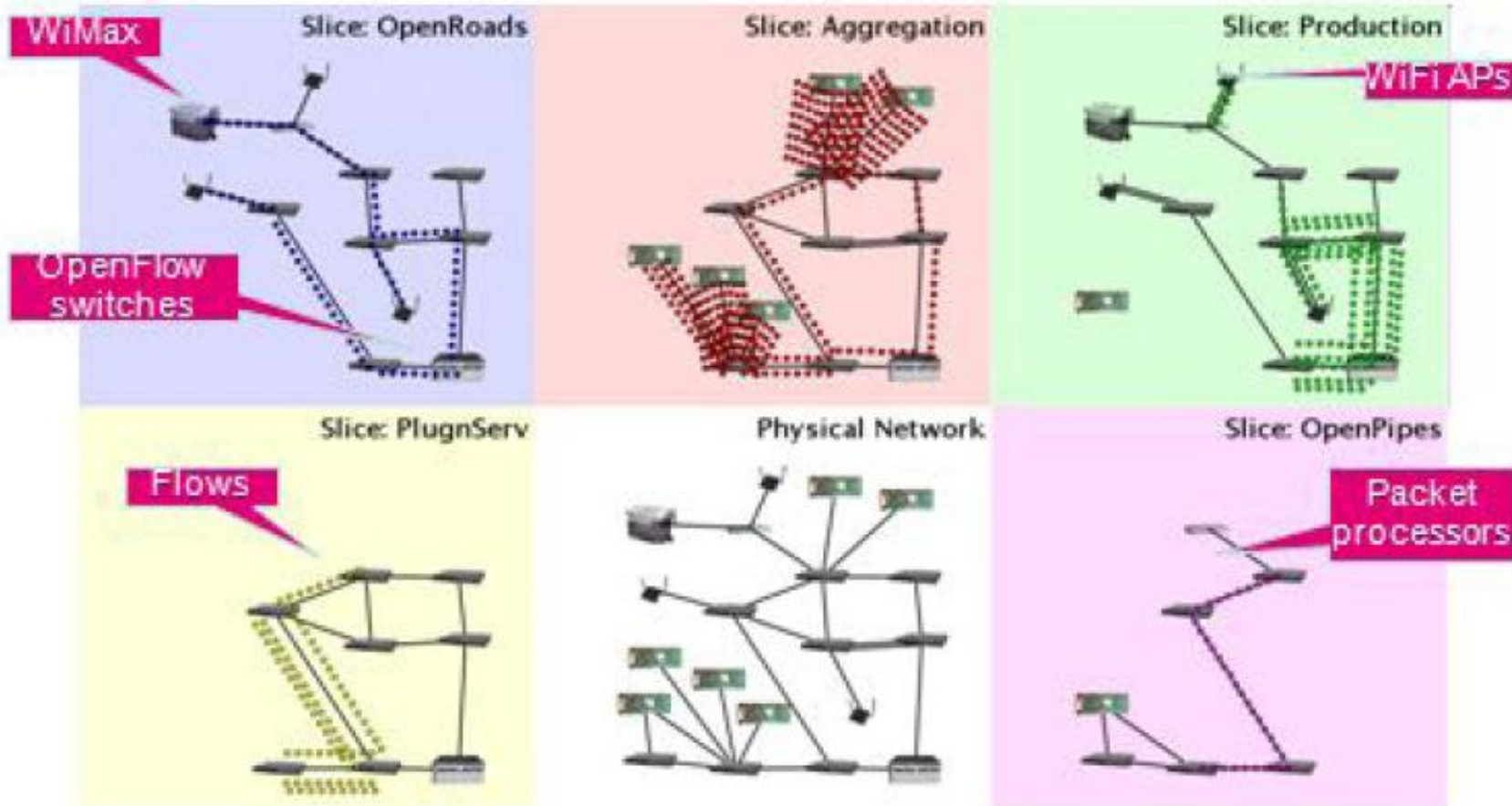


Controle Distribuído



Fonte: (Bertold, L., 2012)

Diversas redes sobre a mesma rede física





Perspectivas de inovação

Perspectivas de Inovação

- Cidades inteligentes
 - Capacidade para usar a inteligência coletiva para soluções de problemas
 - Ambiente para inovação dirigidas ao usuário
 - Laboratório vivo (*Living Labs*) para experimentação



Innovation Economy

- 1- Intelligent city clusters: manufacturing, business services, health, tourism
- 2- Intelligent city districts: CBD, techno park, mall, university campus, port area, airport city
- 3- New companies creation / intelligent incubators



City Infrastructure and Utilities

- 4- Smart transport, mobility and parking
- 5- Broadband, DSL, FTTH, wi-fi, embedded systems
- 6- Energy saving / smart grid
- 7- Environment monitoring, real time alert, safety



Governance

- 8- Government services to citizens
- 9- Decision making / participation / direct democracy
- 10- Monitoring & measurement: The city as database

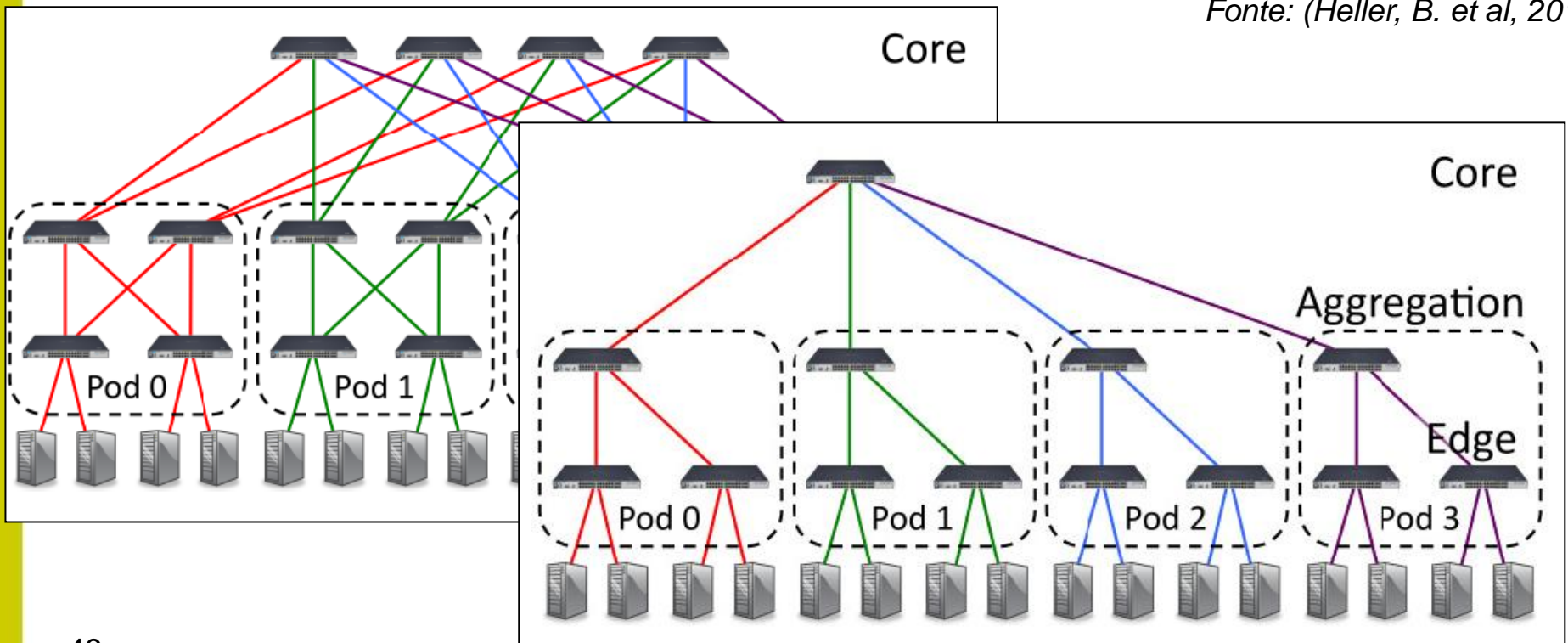
Fonte: (Schaffers, H. et al, 2011)

Perspectivas de Inovação



- Eficiência energética em Datacenters

Fonte: (Heller, B. et al, 2011)



Oportunidade negócios



- Estudo de caso: Telecom e Grande Cliente
 - Telecom passa o estrato da rede contratado diretamente para o “Grande Cliente”.
 - O “Grande Cliente” pode administrar e operar a sua rede conforme a sua necessidade
 - Interesses:
 - Telecom: Simplificação da gestão dos recursos de TI
 - Grande Cliente: Flexibilidade em implementar mudanças

Cenário do estudo de caso



App específica
UFBa

App específica
Petrobrás

App específica
Vale

Solução de
rede UFBa

Solução de rede
Petrobrás

Solução de
rede Vale

Infraestruturas de redes virtualizadas

Openflow

Rede EMBRATEL

Interesse de grandes atores



OpenNetworkingFoundation

Welcome to the Open Networking

The Open Networking Foundation is a nonprofit organization promoting a new approach to networking called Software-Defined Networking, enabling network owners and operators of networks to control and manage networks to serve their users' needs. ONF's first priority is to develop a new protocol. Through simplified hardware and network management, we will increase network functionality while lowering the cost associated with networks.

Open Networking Summit – October 17-19

July 26th, 2011

As mentioned at the Member Workday, the Stanford Center for Applied Networking is in cooperation with the Open Networking Foundation (ONF) to host the Open Networking Summit.

Member Companies

Board of Directors

- Deutsche Telekom
- Facebook
- Google
- Microsoft
- Verizon
- Yahoo!

Members

- Big Switch Networks
- Broadcom
- Brocade
- Ciena
- Cisco
- Citrix
- Comcast
- CompTIA
- Dell
- Ericsson
- ETRI
- Extreme Networks
- Force10 Networks
- Fujitsu
- HP
- Huawei Technologies
- IBM
- Infoblox
- Intel
- IP Infusion
- Ixia
- Juniper Networks
- LineRate Systems
- Marvell
- Mellanox Technologies
- Metaswitch Networks
- Midokura
- NEC
- Netgear
- Netronome
- Nicira Networks
- Nokia Siemens Networks
- NTT
- Plexxi Inc.
- Pronto Systems
- Riverbed Technology
- Tencent
- Vello Systems
- VMware

Open Networking Foundation



The New York Times • Reprints

This copy is for your personal, noncommercial use only. You can order presentation-ready copies for distribution to your colleagues, clients or customers [here](#) or use the "Reprints" tool that appears next to any article. Visit www.nytreprints.com for samples and additional information. [Order a reprint of this article now.](#)



March 22, 2011

Open Networking Foundation Pursues New Standards

By **JOHN MARKOFF**

MOUNTAIN VIEW, Calif. — Acknowledging that so-called cloud computing will blur the distinctions between computers and networks, about two dozen big information technology companies plan to announce on Tuesday a new standards-setting group for computer networking.

Open Networking Foundation

<http://www.opennetworking.org/>

Empresas membro:

big switch
networks

BROADCOM

BROCADE

IXIA

Juniper
NETWORKS

kt

OPEN NETWORKING
FOUNDATION

ciena

CISCO

CITRIX

linerate
SYSTEMS

LSI

MARVELL

Comcast

CompTIA

CYAN

Mellanox
TECHNOLOGIES

Metaswitch
Networks

midoKura

DELL

Elbrys
NETWORKS

ERICSSON

NEC

NETGEAR
Connect with Innovation™

NETRONOME

ETRI

extreme
networks

EZCHIP

nicira

Nokia Siemens
Networks

PLEXXi

FORCE

FUJITSU

HITACHI
Inspire the Next

pronto

radware

riverbed
Think fast.

hp

HUAWEI

IBM

SAMSUNG

SPIRENT

Tencent

Infoblox

intel

ipinfusion

TEXAS
INSTRUMENTS

vello
SYSTEMS

vmware

ZTE中兴

Software Defined Network (SDN) e OpenFlow

NETWORKWORLD

News |

Blogs & Columns |

Subscriptions |

Videos |

Events |

INS

Security

LANs & WANs

UC / VoIP

Cloud Computing

Infrastructure Mgmt

Wireless

Software

Data Ce



BACK TO CISCO SUBNET

No Interference

Art Fewell

◀ Previous Post

Open Networking Summit Day 2: Cisco says "We see SDN as the next evolution of networking"

Today several of the largest names in tech provided an iron-clad case for the future of SDN and OpenFlow

By [Art Fewell](#) on Wed, 10/19/11 - 5:36am.

Estudo de caso: Google



- Openflow auxiliou a Google a
 - melhorar o desempenho do seu backbone,
 - reduzir custos e complexidade.
- O desenvolvimento começou em jan/2011 e está atualmente em produção.
- 1 ano e meio entre teste e homologação. Não é mais um simples protótipo!
- Ver: <https://ripe64.ripe.net/archives/video/884>

Projetos



- Redes experimentais (testbeds)
 - GENI (EUA)
 - FIRE (Europa)
 - AKARI (Japão)
- Redes experimentais no Brasil
 - Projeto GIGA
 - Projeto FIBRE

Leituras recomendadas



- MCKEOWN, N. et al. OpenFlow: enabling innovation in campus networks. SIGCOMM Comput. Commun. Rev., v. 38, p. 69-74, 2008
- Heller, B., Seetharaman, S., Mahadevan, P., Yiakoumis, Y., Sharma, P., Banerjee, S., et al. (2010). ElasticTree: saving energy in data center networks. (pp. 17-17).
- Aulas prof. José A. Suruagy
 - <http://www.cin.ufpe.br/~suruagy/cursos/FI/>
- Openflow Wiki
 - <http://www.openflow.org>

Obrigado!

Perguntas?



leobino@ufba.br