

# Análise do tráfego de máquinas virtuais na rede de controle de nuvens computacionais baseadas em OpenStack

Charles Christian Miers

Guilherme Piêgas Koslovski

Maurício Aronne Pillon

Adnei Willian Donatti



17<sup>a</sup> Escola Regional de Redes de Computadores



# Objetivos



O objetivo deste minicurso é apresentar uma introdução ao uso de nuvens OpenStack, através dos seguintes passos:

- Conceitos básicos de nuvens computacionais
- Projeto OpenStack e solução
- Caracterização de tráfego
- Caracterização de tráfego no OpenStack

# LabP2D: Origens

- Criado em 2013, com computadores usados/doados na Final Brasileira da Maratona de Programação realizada em Joinville no ano de 2010



- Proporciona recursos humanos e materiais para realização de atividades de pesquisa, ensino e extensão à comunidade acadêmica da UDESC relacionados a computação em nuvem



- Laboratório vinculado ao GRADIS (Grupo de Redes e Aplicações Distribuídas)
  - Possibilita que os recursos de agências de fomento a pesquisa (e.g., FAPESC) possam ser empregados para ampliar a capacidade computacional do LabP2D

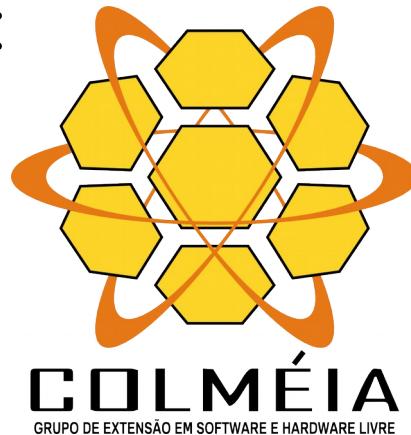
# LabP2D: Origens

- Laboratório Integra grupos com atividades de:

- Pesquisa:



- Extensão:



- Diversas atividades de ensino na graduação e pós-graduação



Departamento  
de Ciência da  
**COMPUTAÇÃO**



# Colméia: Atividades

- Desde do ano de 2008 o Colméia promove uma edição regional em Joinville do FLISoL



- Organização do 2º Encontro Catarinense de LibreOffice

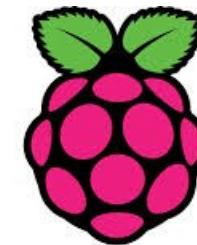
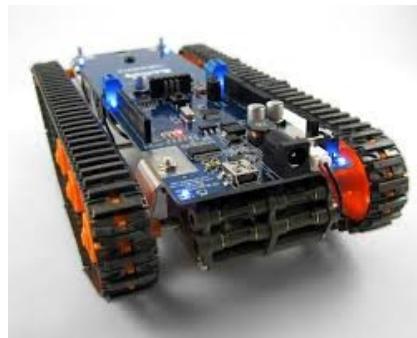


- Palestras em eventos diversos



# Colméia: Ações

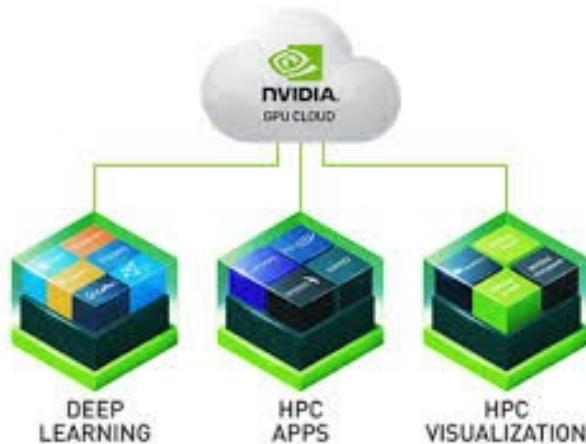
- A partir do ano 2018, o Colméia expandiu para dois programas de extensão do CCT/UDESC
  - Programa de Socialização de Software e Hardware Livre



RaspberryPi



- Programa Nuvens Computacionais Eficientes com Software e Hardware Livre



Yellow



openstack®



LabP2D

# LabP2D

- Principais recursos:
  - Nuvem Barriga Verde
    - Nuvem de experimentação e testes
  - Nuvem Tche
    - Nuvem de produção
  - GreenHop
    - Sistema de monitoramento ambiental e eficiência energética

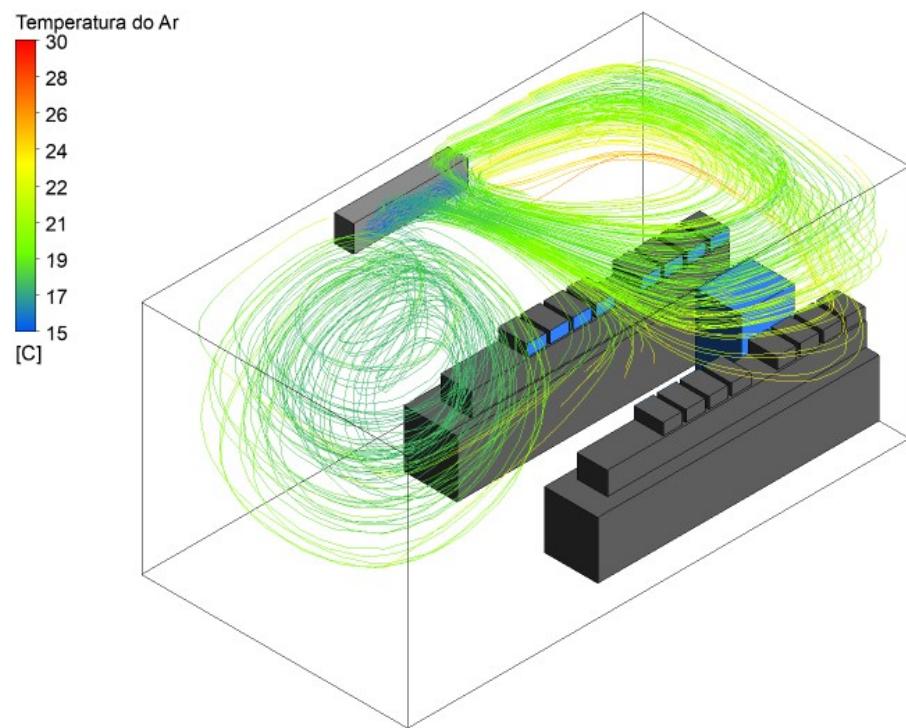
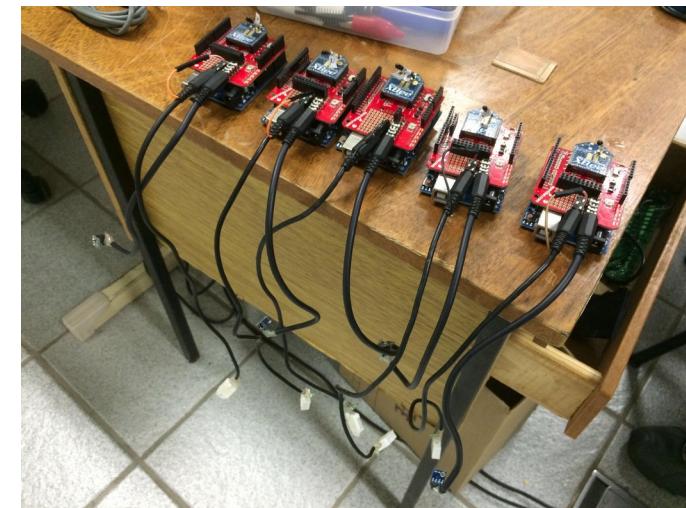


# LabP2D: Nuvem Tche

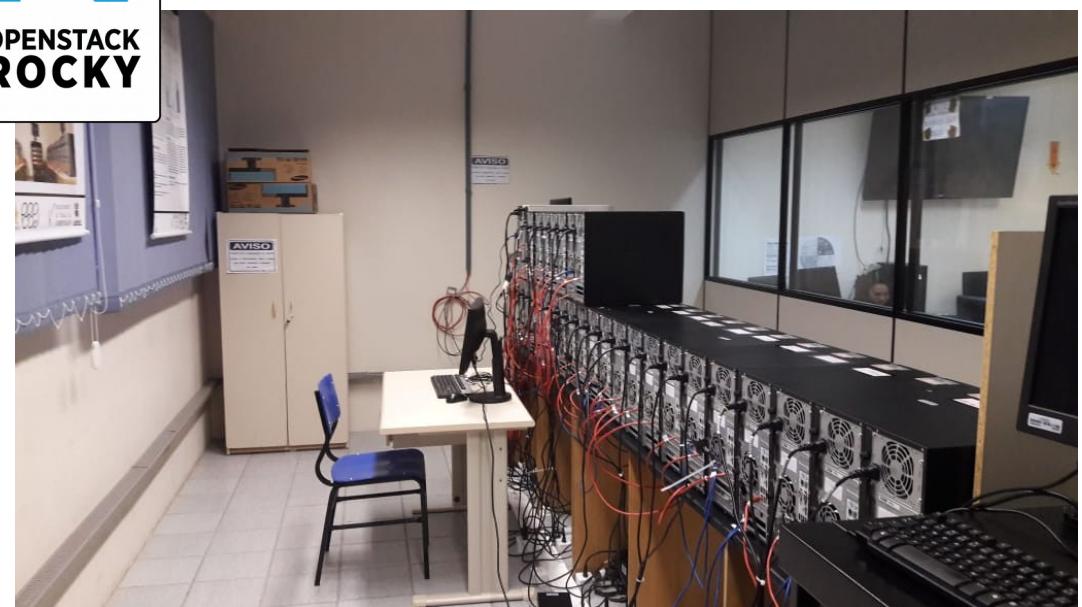
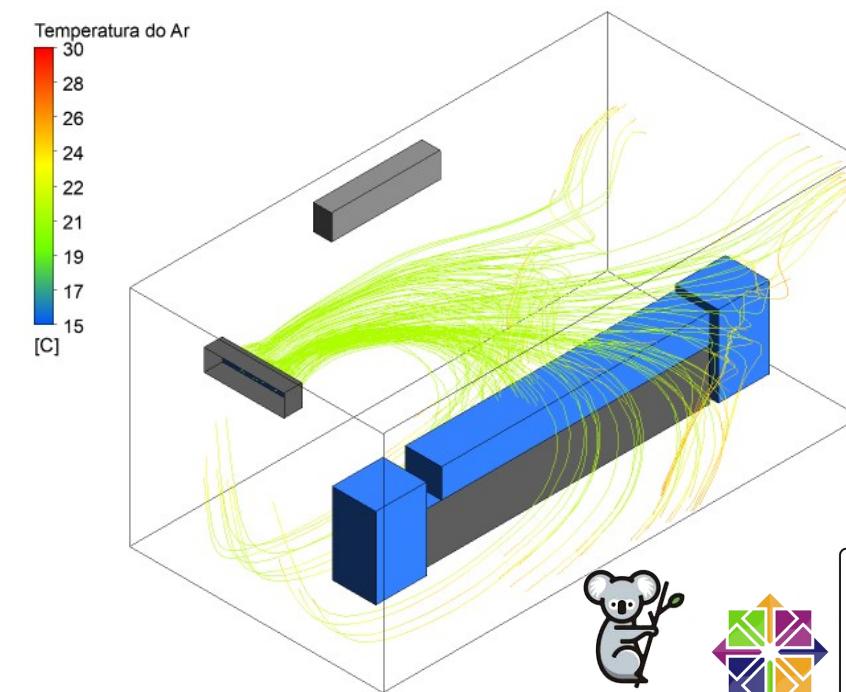
- Nuvem Tche começou a ser desenvolvida no início de 2013
- Escolha do software da solução de nuvem computacional OpenStack ocorreu por conta da amplitude do projeto e relacionamento estreito com: indústria, sociedade e academia
- Necessidades foram definidas através de reuniões entre a coordenação do LabP2D, Colméia e participantes de projetos (ensino, pesquisa e extensão)
- Implementada utilizando o RDO OpenStack / Red Hat
  - Ferramenta de código aberto para instalação do OpenStack
- O processo de implementação foi demorado, exigindo esforços conjuntos de todos os grupos envolvidos



# Nuvem Tche: Versão 1.0

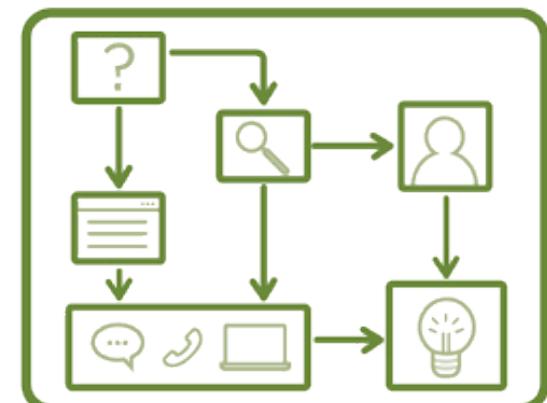


# Nuvem Tche: Versão 2.0



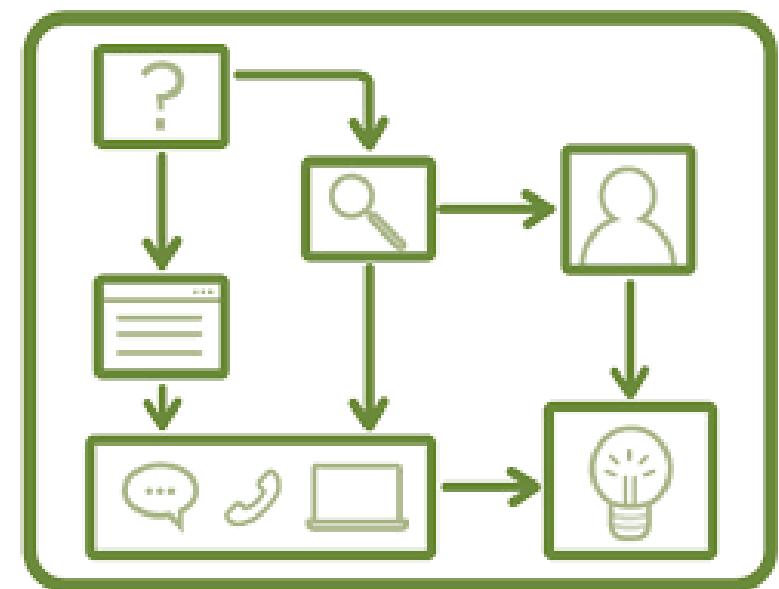
# LabP2D: Números

- Monografias e Trabalhos de Conclusão de Curso:
  - Mais de 20 trabalhos concluídos, 9 em andamento
- Dissertações de Mestrado:
  - Mais de 12 concluídas, 7 em andamento
- Publicações em periódicos: 12 artigos publicados
- Publicações em eventos científicos (Congressos, conferências, simpósios, etc.): mais de 40 artigos
- Publicação em eventos de extensão: 3 artigos



# LabP2D: Números

- Ferramentas / sistemas desenvolvidos: 5
- Programas de mestrado (além do PPGCA) beneficiados:
  - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
  - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
  - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica
- Aproximação de outras universidades no Brasil, Europa, EUA e Canadá
  - Bancas de mestrado/doutorado
  - Pesquisas e publicações conjuntas

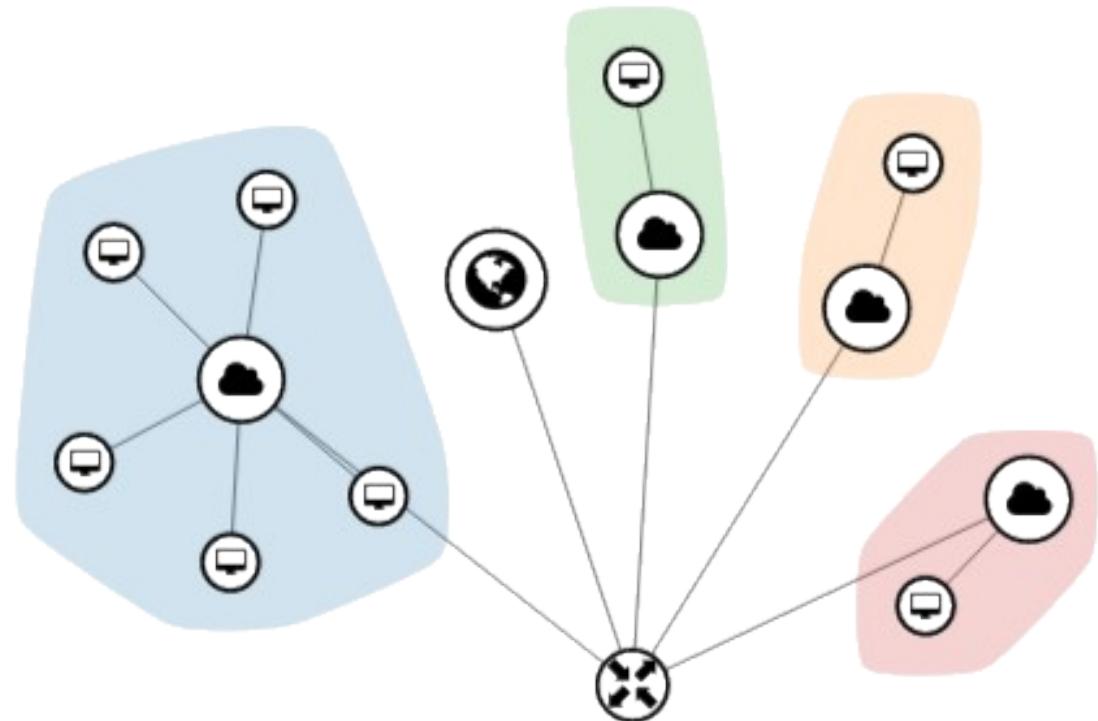
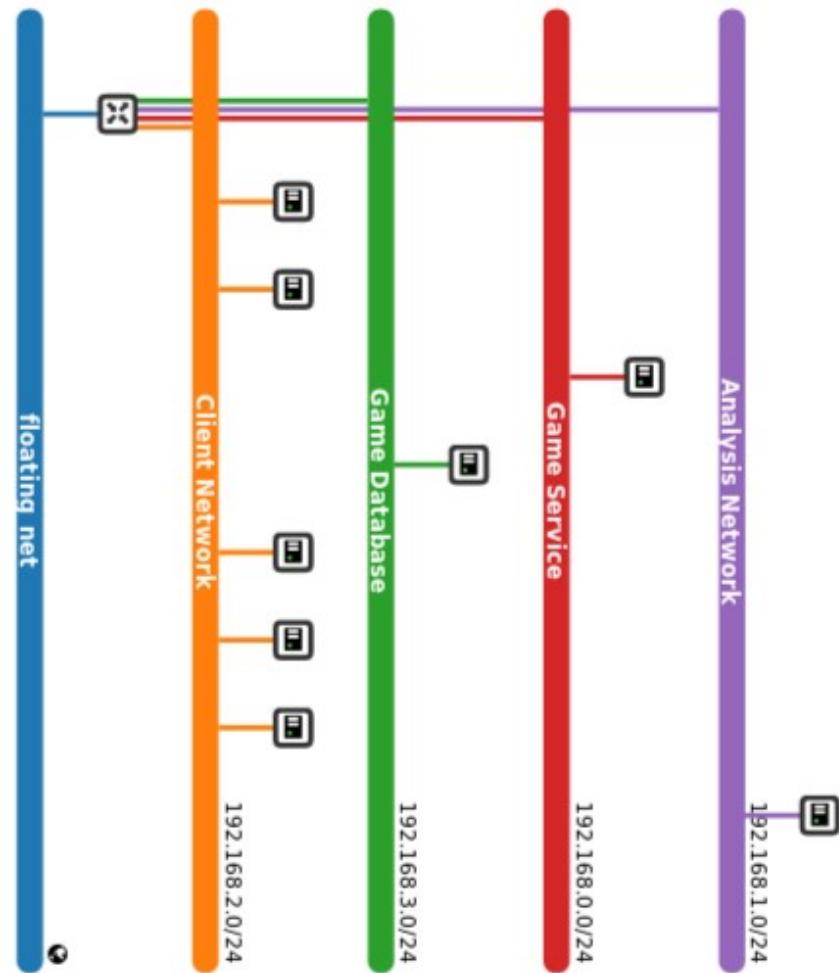




openstack.

# Computação em Nuvem: Usando...

- TCC do BCC/UDESC: “Análise de arquiteturas de microsserviços empregados a jogos MMORPG voltada a otimização do uso de recursos computacionais”



# **Computação em Nuvem: Várias Opções**

- Desenvolvedor de novos recursos e otimizações
  - Novos serviços
  - Melhorar serviços existentes
  - Integrar novos serviços
- Utilizador de recursos
  - Experimentação
  - Prototipação
  - Diversão

# **Computação em Nuvem: Várias Opções**

- Desenvolvedor de novos recursos e otimizações
  - Novos serviços
  - Melhorar serviços existentes
  - Integrar novos serviços
- Utilizador de recursos
  - Experimentação
  - Prototipação
  - Diversão

# Conceitos básicos: Virtualização

- A virtualização é uma ideia recente?

# Conceitos básicos: Virtualização

---

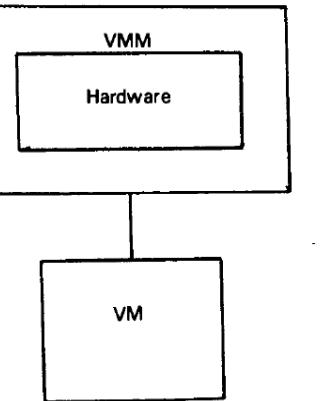
## Formal Requirements for Virtualizable Third Generation Architectures

Gerald J. Popek  
 University of California, Los Angeles  
 and  
 Robert P. Goldberg  
 Honeywell Information Systems and  
 Harvard University

---

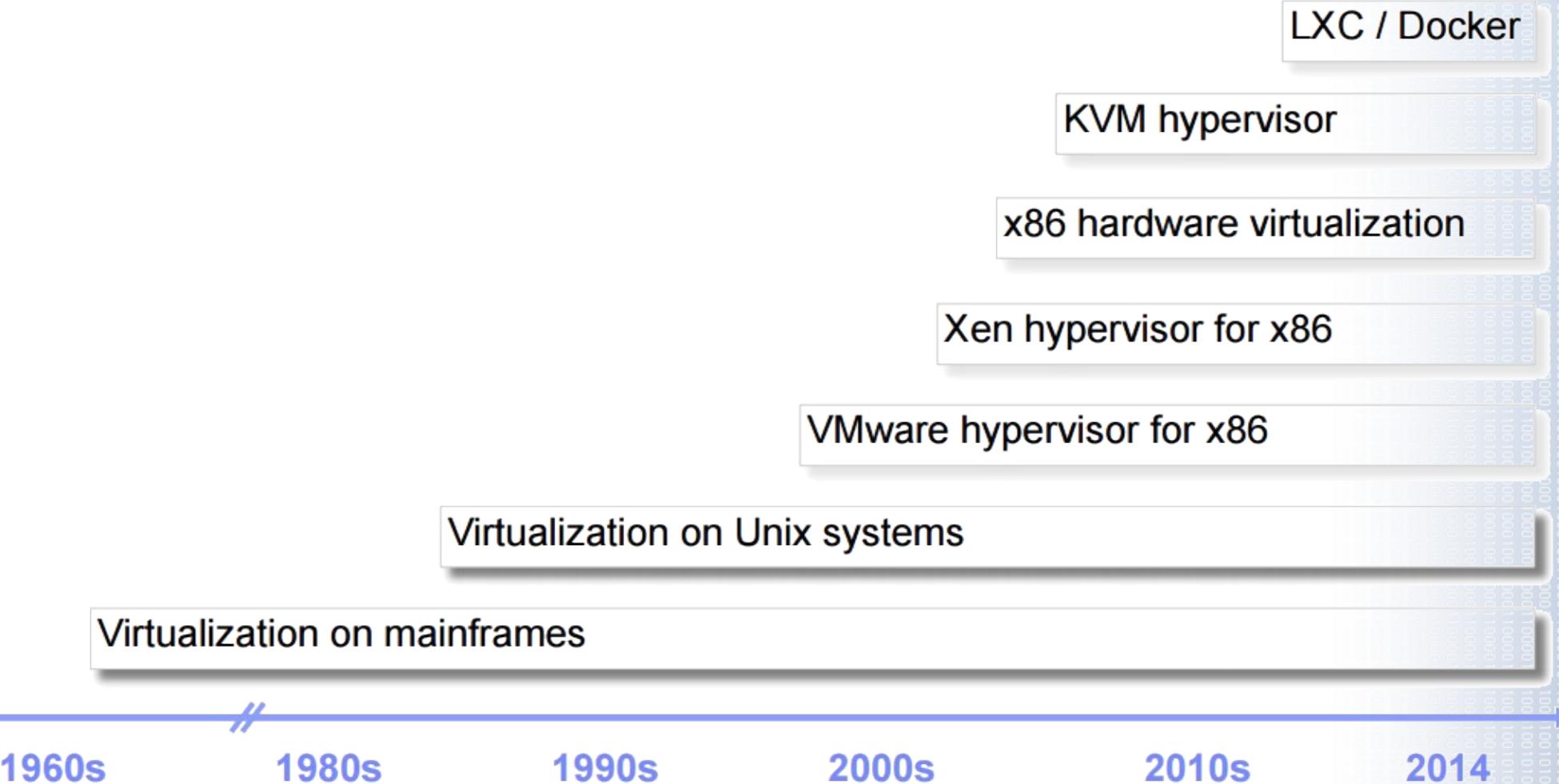
**Virtual machine systems have been implemented on a limited number of third generation computer systems, e.g. CP-67 on the IBM 360/67. From previous empirical studies, it is known that certain third generation computer systems, e.g. the DEC PDP-10, cannot support a virtual machine system. In this paper, model of a third-generation-like computer system is developed. Formal techniques are used to derive precise sufficient conditions to test whether such an architecture can support virtual machines.**

Fig. 1. The virtual machine monitor.

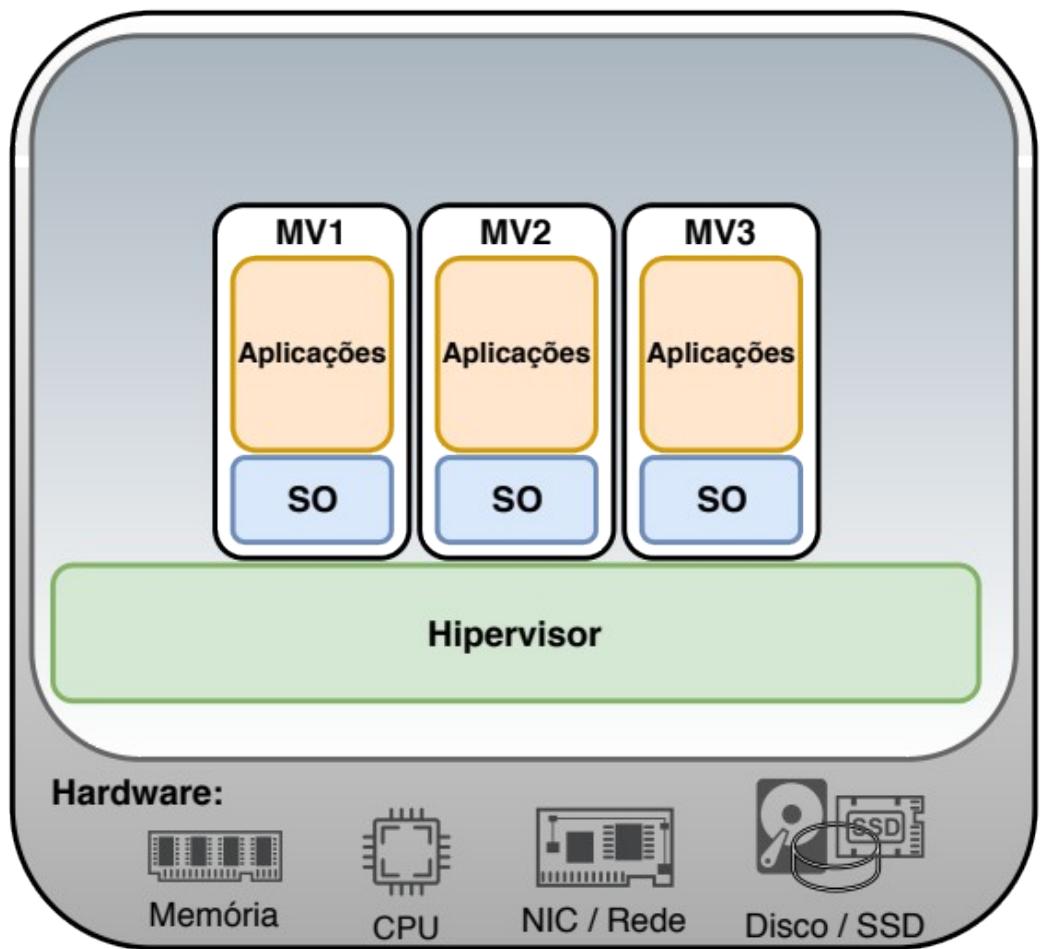


*"an efficient, isolated duplicate of the real machine"*

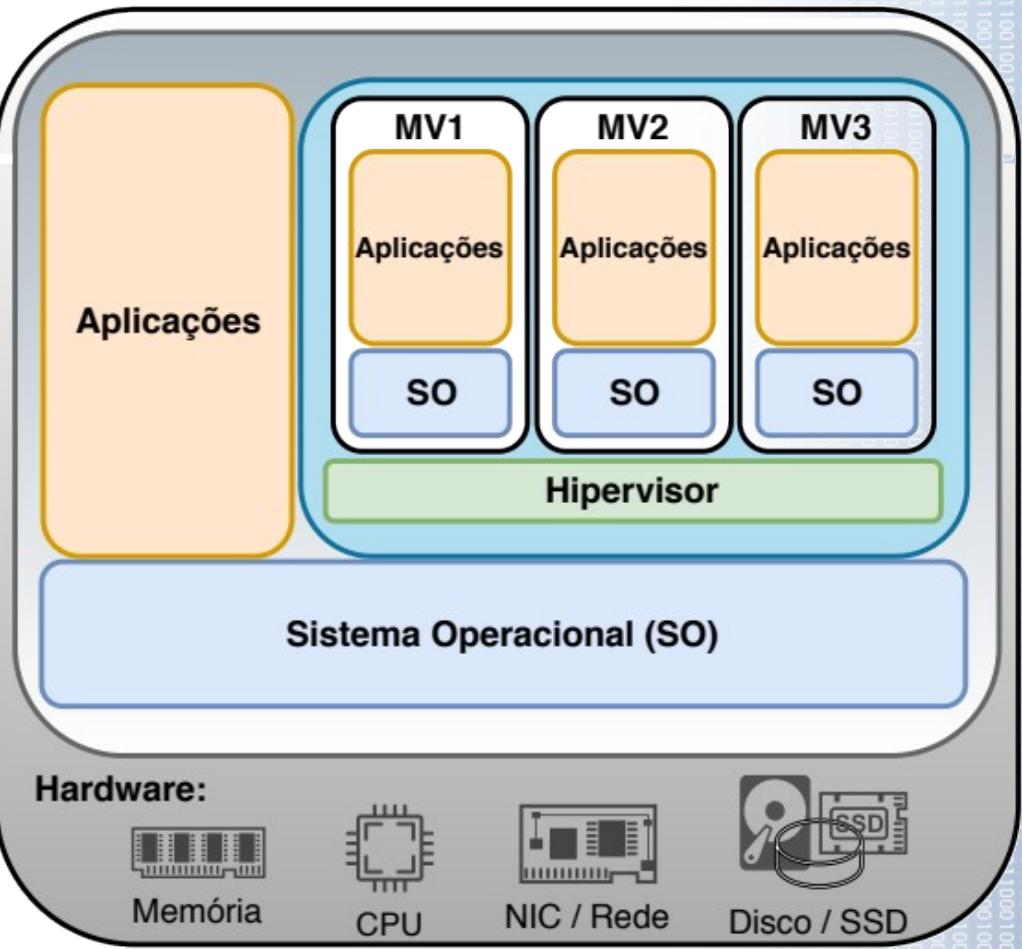
# Conceitos básicos: Virtualização



# Conceitos básicos: Virtualização



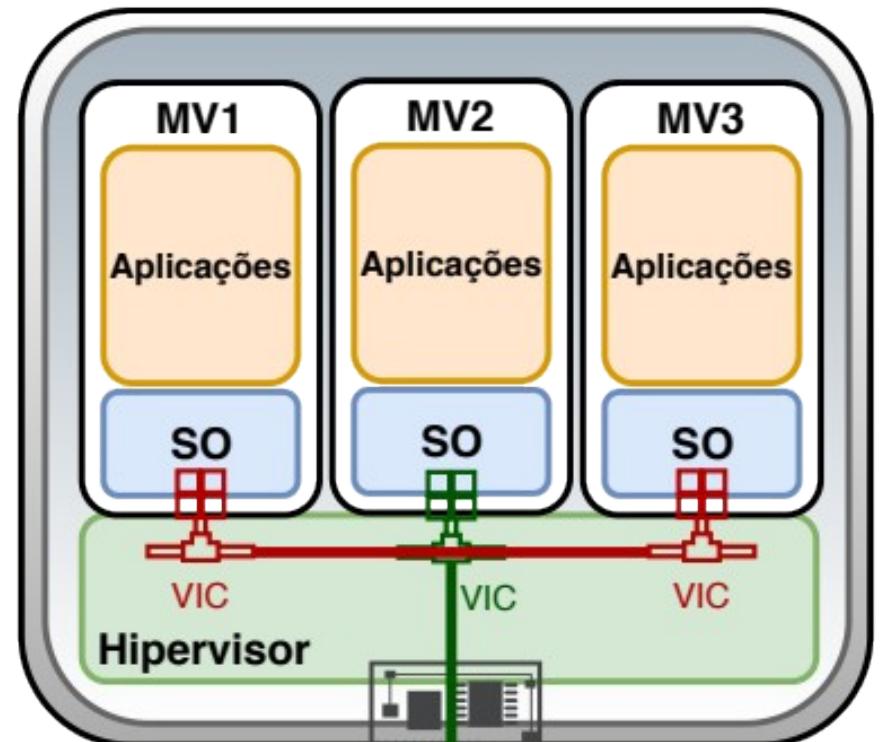
Tipo 1



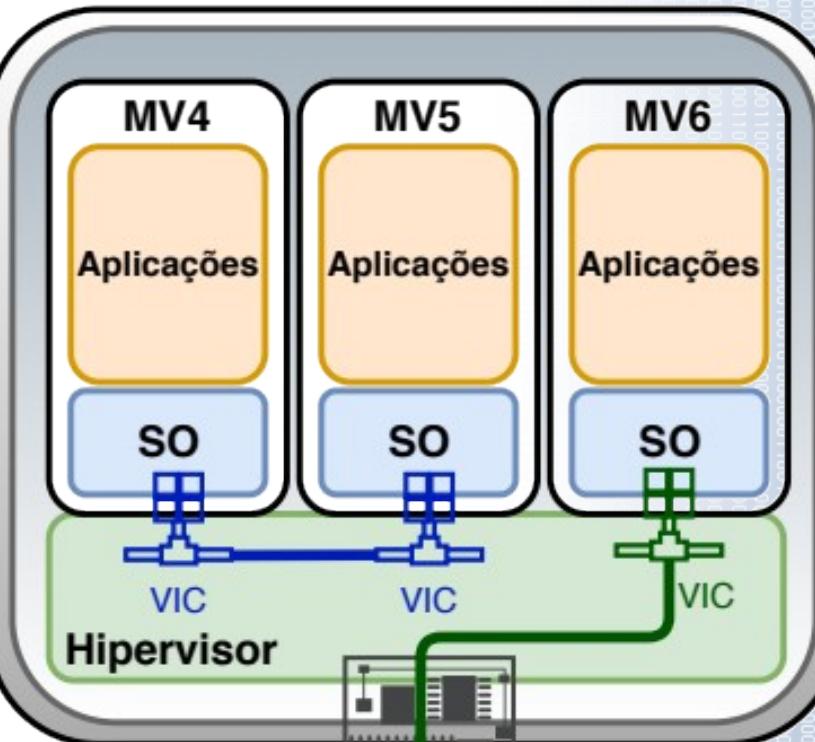
Tipo 2

# Conceitos básicos: Virtualização

Servidor 1

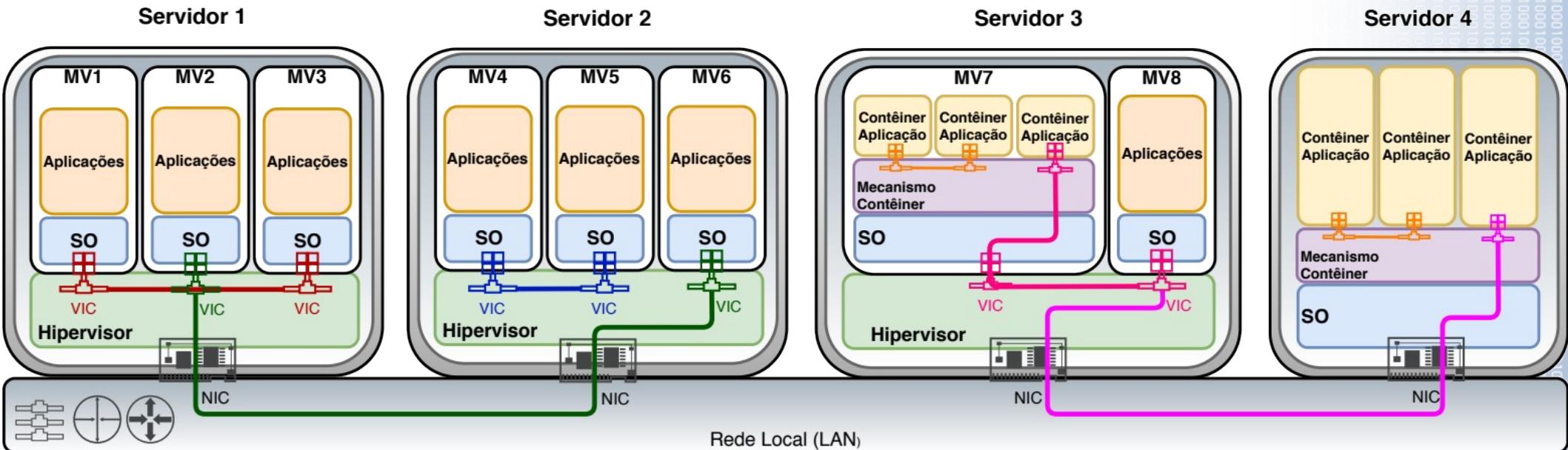


Servidor 2



Rede Local (LAN)

# Conceitos básicos: Virtualização



# Data centers e Computação sob demanda

- Data centers fornecem uma grande capacidade computacional, porém com demanda limitada
  - E.g., Entrega do Imposto de Renda
  - A maioria das declarações são entregues no último dia
  - Se uma organização contratar processamento de um provedor:
    - Os servidores ficarão ociosos parte do tempo; ou
    - O cluster deverá ser manualmente reconfigurado para atender a demanda final
- caso contrário:

Faltarão recursos à aplicação !!!
- Alternativa: Se estes recursos computacionais fossem similares a forma como água e luz são consumidas?



# Utility Computing

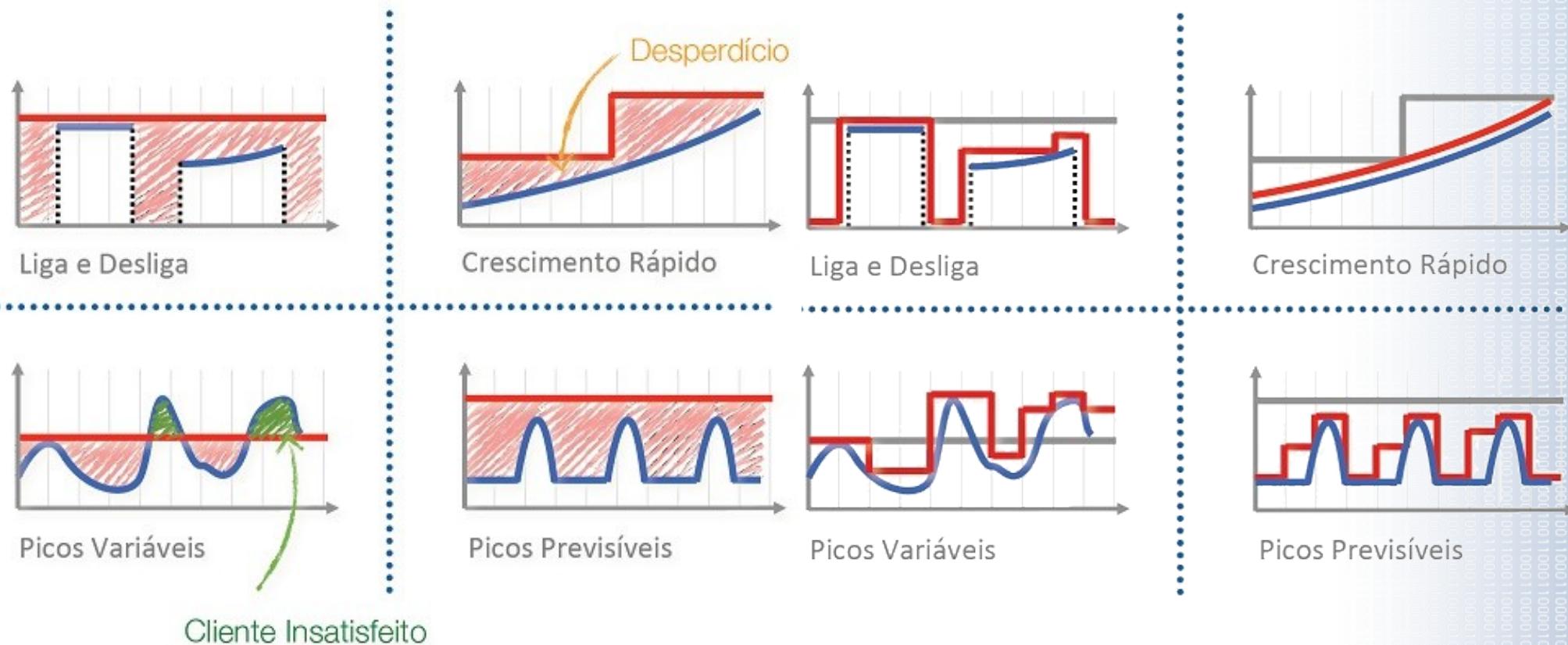
- *Utility Computing* ou Computação sob demanda:
  - Recursos computacionais são:
    - Fornecidos **automaticamente** conforme a necessidade
    - Tarifados de acordo com o consumo
  - Exemplos de uso:
    - Oferecer serviços sem precisar comprar infraestrutura
      - Baixo custo de investimento para novas empresas de serviços
    - Atender de forma automática picos em demanda
      - Pensem no último dia de submissão do Imposto de Renda

# Utility Computing vs. Data Centers Tradicionais

- Data centers (ainda) não fornecem *Utility Computing*:
  - Data centers tradicionais: “Eu recebo o que pago”
  - *Utility Computing*: “Eu pago o que recebo”
- Data centers geralmente não possuem mecanismos para alocar automaticamente recursos para os usuários conforme a demanda
  - Alocação é feita manualmente e em geral é estática



# Serviços sob Demanda

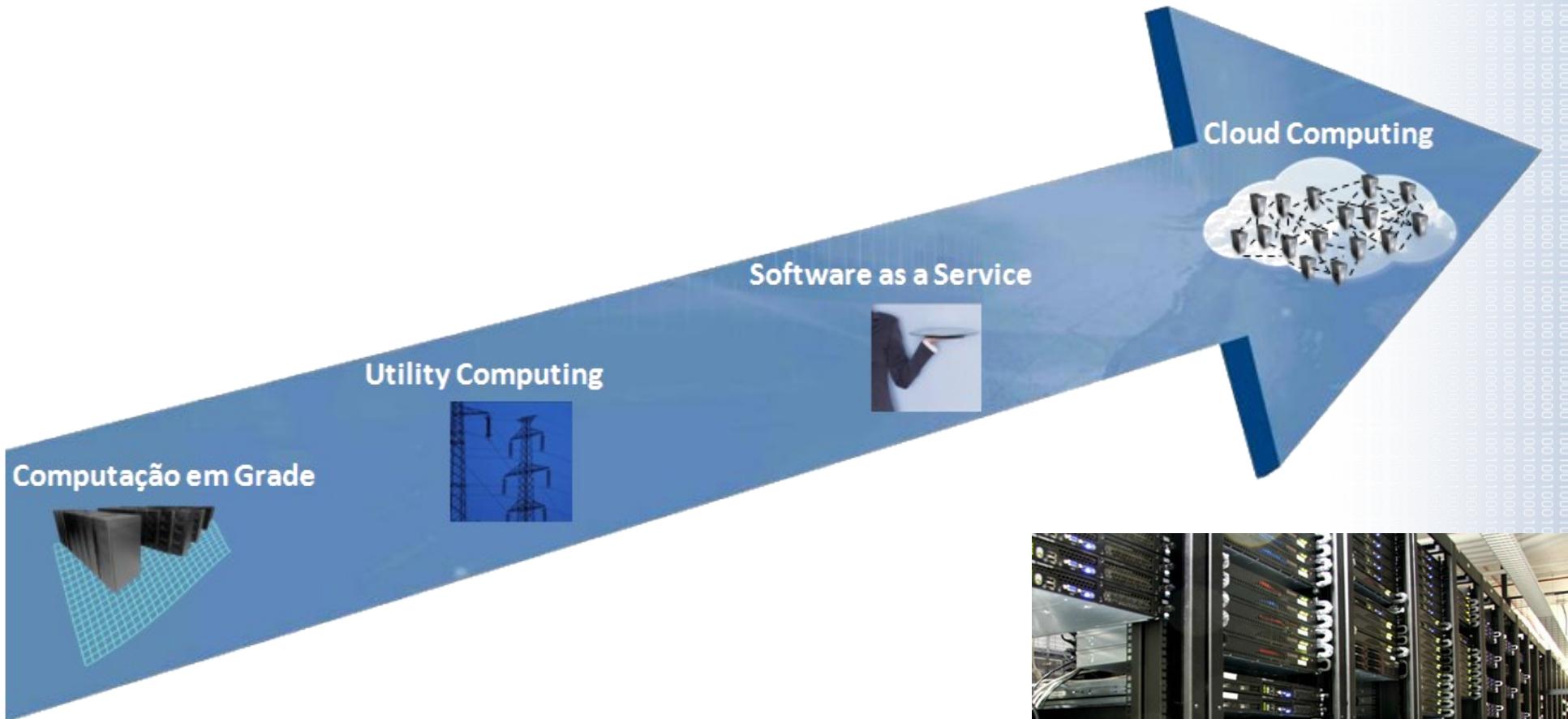


Linha azul: Utilização do cliente

Linha vermelha: recursos do data center em uso

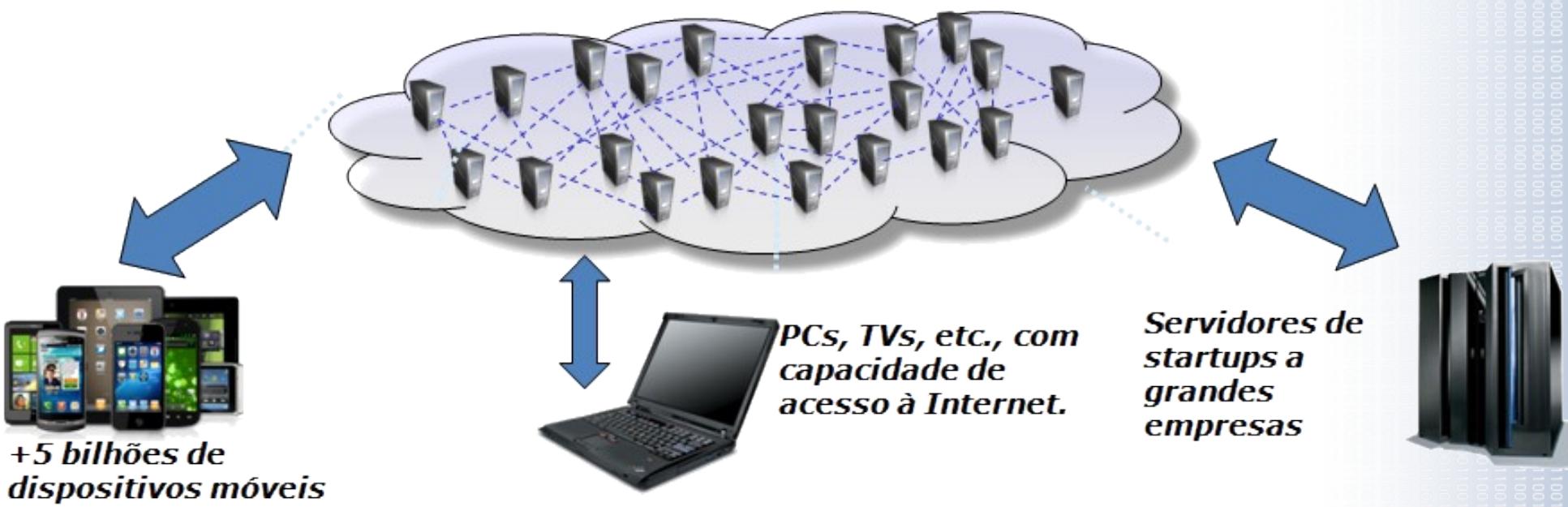
Linha cinza: recursos disponíveis no data center

# Evolução para Computação em Nuvem



# Conceito: Computação em Nuvem

- Paradigma no qual os recursos computacionais residem em data centers distribuídos, sendo oferecidos como serviços de forma escalável e elástica e utilizados de forma transparente de qualquer lugar
  - Recursos podem ser aplicações, armazenamento, middleware, processamento, etc.



# Computação em Nuvem: Definição

- NIST Special Publication SP 800-145:
  - *“Cloud computing is a model for enabling ubiquitous, convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g., networks, servers, storage, applications, and services) that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or service provider interaction.”*

# Computação em Nuvem: Características

- Cinco características essenciais (NIST):
  - *On-demand self-service*
  - *Pool de recursos com independência de localização*
  - Acesso via rede
  - Elasticidade
  - Serviço mensurável

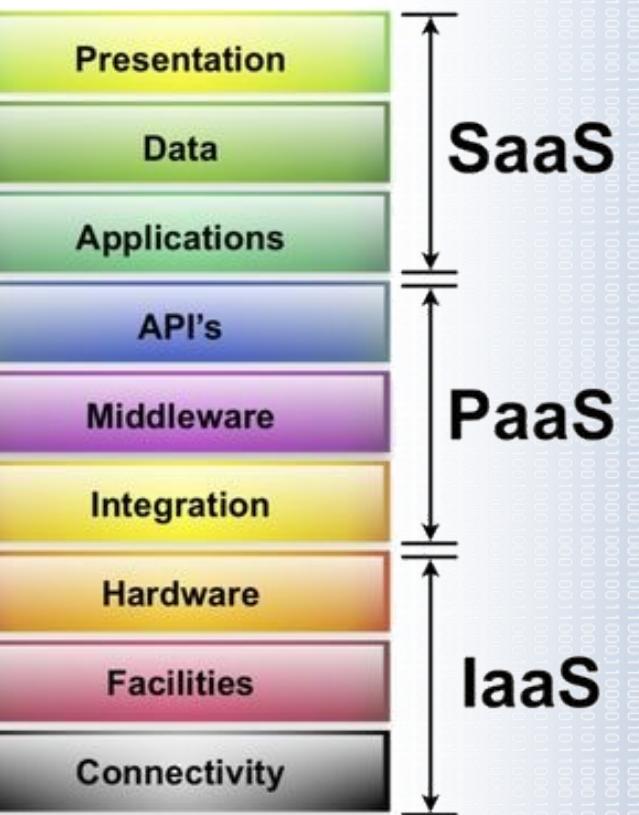
# Classificação: Nuvens Computacionais

- Nuvens chegaram ao mercado antes de uma padronização
  - Resultado: Nomes de produtos *versus* tipos
- Modelo de classificação mais aceitos são os modelos do NIST:
  - Modelo SPI
  - Modelos de implantação

# Classificação: Modelo SPI (NIST)

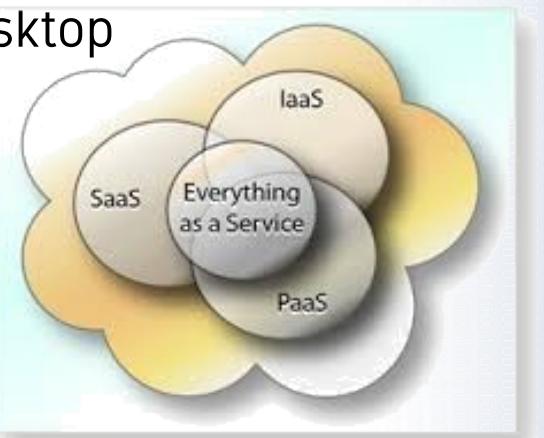
- Modelo SPI – *Software/Platform/Infrastructure*:

- SaaS (*Software-as-a-Service*)
- PaaS (*Platform-as-a-Service*)
- IaaS (*Infrastructure-as-a-Service*)

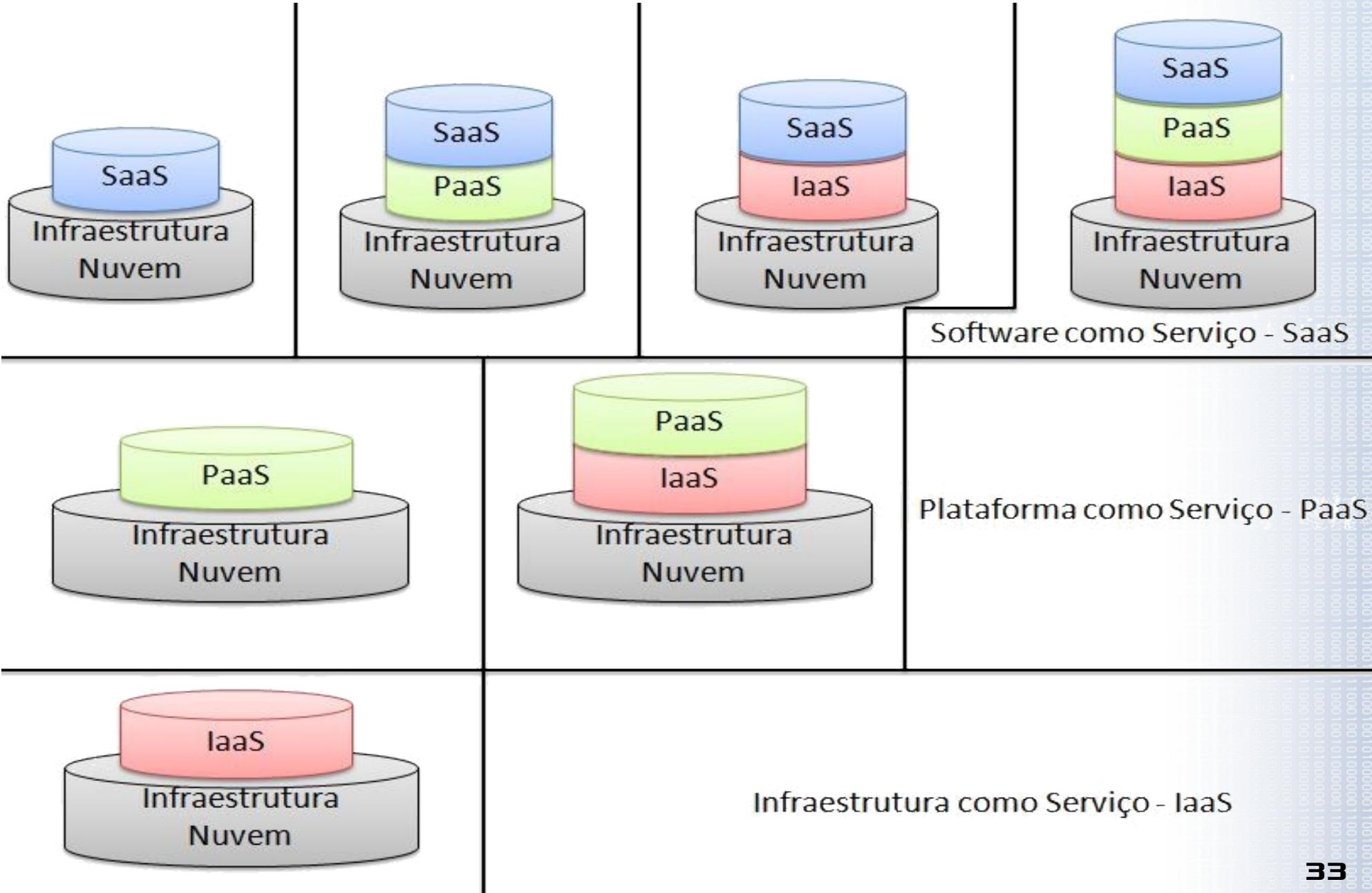


# Outras classificações

- SaaS, PaaS, IaaS (SPI): nomenclatura NIST
- Outros \*aaS também existem na literatura:
  - Storage as a Service (STaaS): espaço de armazenamento
  - Security as a Service (SECaaS): serviços como autenticação, antivírus e detecção de intrusão
  - Data as a Service (DaaS): semelhante ao SaaS, mas com foco em aplicações cujo principal atrativo são os dados
    - Exemplo: informações geográficas
  - Desktop as a Service (DaaS): virtualização de desktop
  - ...
- Nem sempre a classificação é “óbvia”, por mais abrangente que seja a taxonomia usada



# SPI: Diferentes combinações



# Diferentes maneiras de oferecer recursos para uma aplicação/serviço



| Aplicação / Serviço |    |           |                   |                   |      |      |      |                   |                 |                   |                 |
|---------------------|----|-----------|-------------------|-------------------|------|------|------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| SO                  | MV | Contêiner | Virtual Appliance | Virtual Appliance | PaaS | PaaS | PaaS | Virtual Appliance |                 | Virtual Appliance |                 |
|                     |    |           |                   |                   |      |      |      | Contêiner         |                 | Contêiner         |                 |
|                     |    |           |                   |                   |      |      |      | MV                | MV              | MV                | Contêiner       |
|                     |    |           |                   |                   |      |      |      | SO / Hipervisor   | SO / Hipervisor | SO / Hipervisor   | SO / Hipervisor |
|                     |    |           |                   |                   |      |      |      | SO                | SO              | SO                | SO              |

# SPI: Controle e Responsabilidade

Tradicional /  
Sem usar nuvem



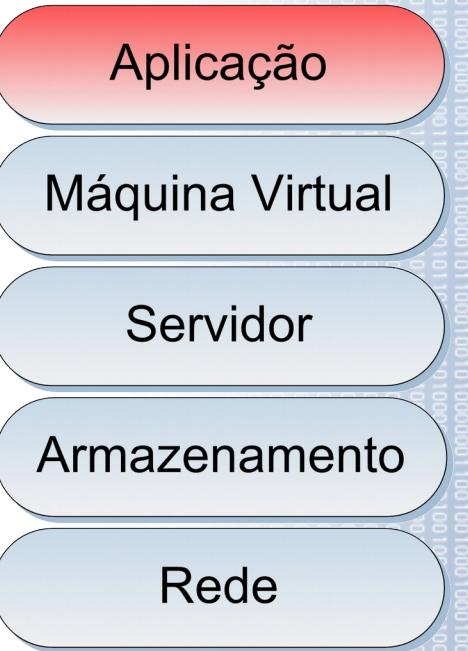
IaaS



PaaS



SaaS



Legenda:

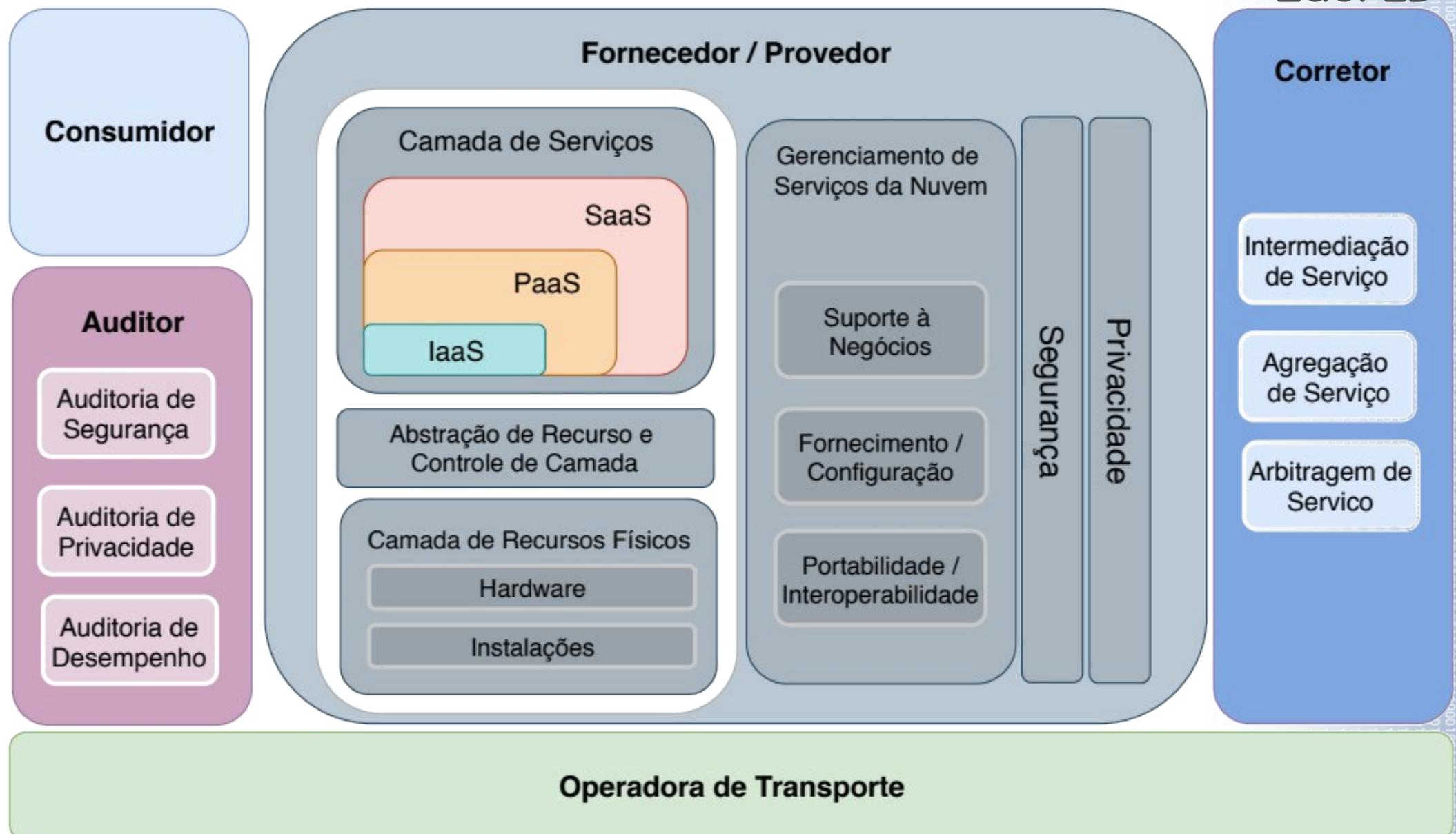
- Controle do Usuário
- Controle Compartilhado
- Controle do Provedor

# Computação em Nuvem: Modelos de Implantação (NIST)

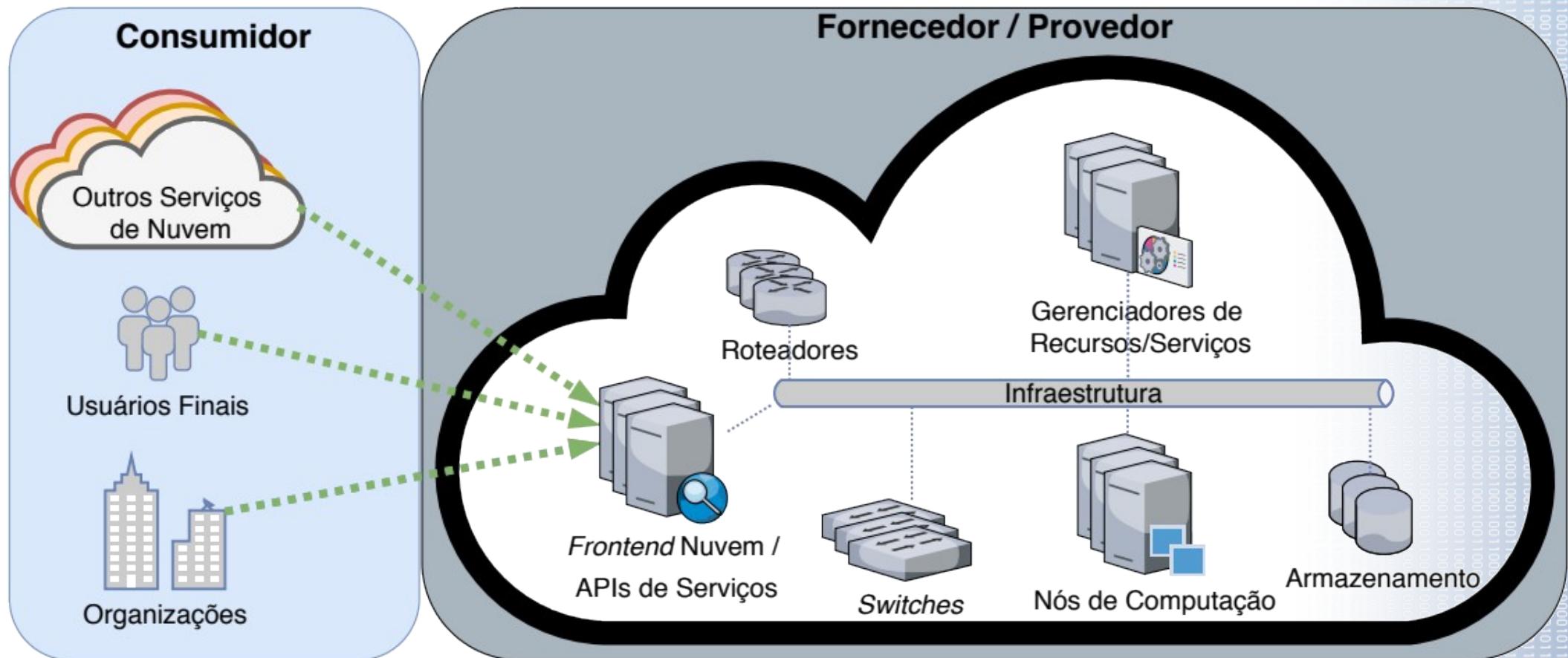
- Tipos:
  - Nuvem Privada
  - Nuvem Comunitária
  - Nuvem Pública
  - Nuvem Híbrida



# Modelo de Referência (NIST)



# Computação em Nuvem: Elementos



# Soluções de Nuvens Abertas



Drupal™

SaaS



PaaS

cloudstack  
open source cloud computing

EUCALYPTUS



openstack.®

IaaS

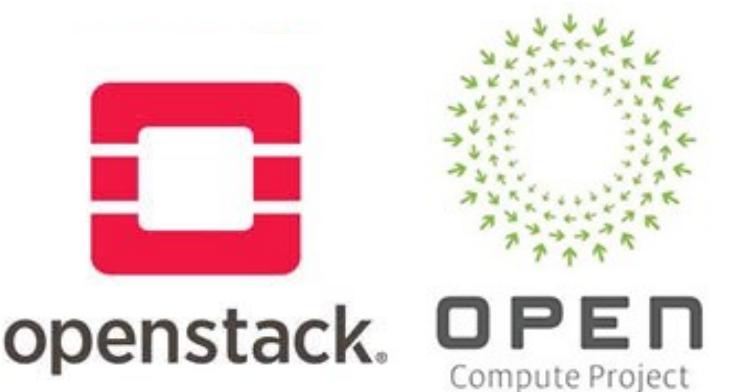
# Principais soluções de nuvem gratuita

- São gratuitas até um limite (espaço, tráfego, etc)
- Algumas das mais conhecidas:
  - Amazon AWS
  - DropBox
  - MS OneDrive
  - Google Drive

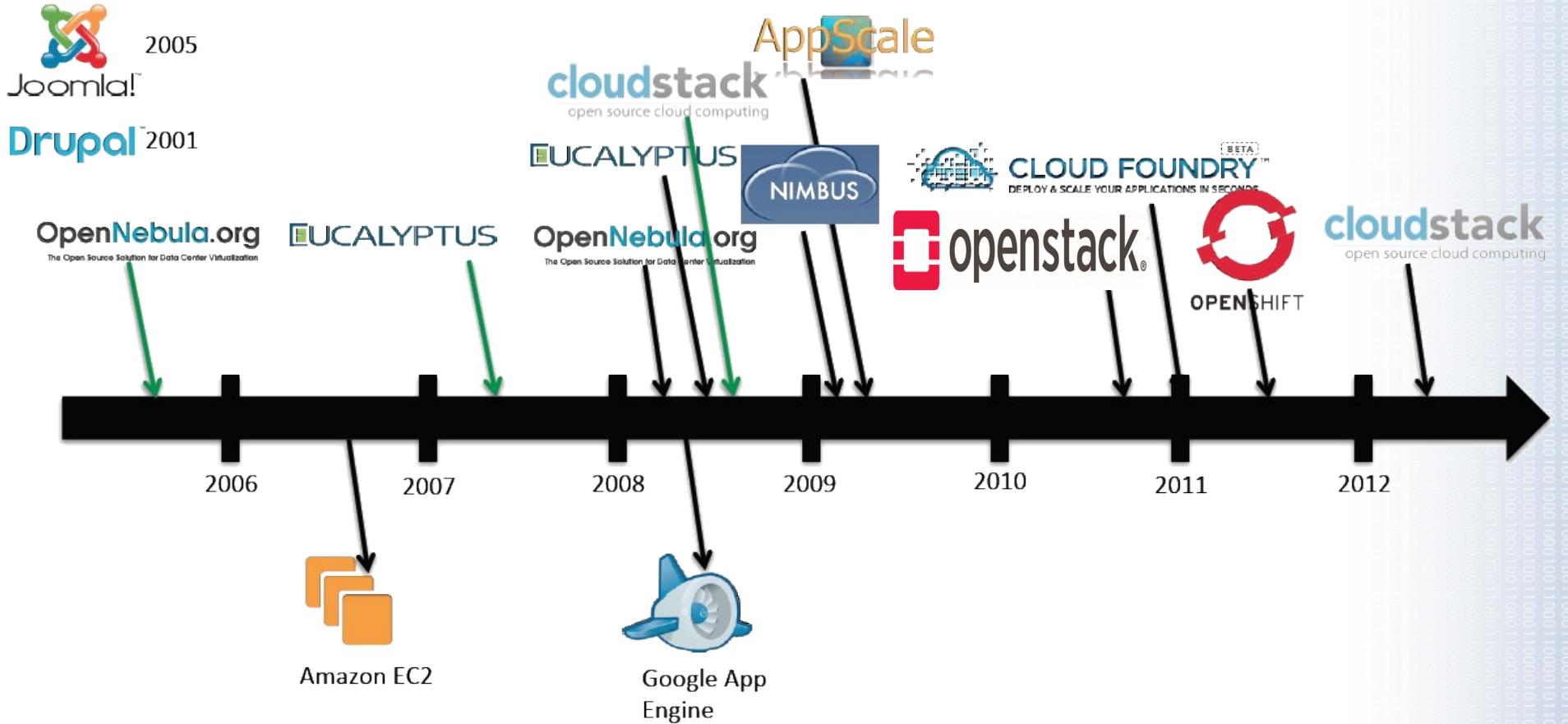


# Soluções de nuvem de código aberto

- As principais soluções de nuvem em código aberto são:
  - OpenStack
  - CloudStack
  - Open Compute Project (OCP)



# Linha do tempo Nuvens Computacionais



# Computação em Nuvem: Principais licenças



- BSD/MIT – A licença BSD é pouco restritiva
  - Permite modificar o software e distribuir sob outra licença
- Apache (v2.0, v1.1)
  - Exige a inclusão do aviso de *copyright* e *disclaimer*, mas não é uma licença *copyleft*
- LGPL – Licença intermediária
  - Possui algumas restrições a menos que a GPL
- GPL
  - Permite que os programas sejam distribuídos e reaproveitados mantendo os direitos do autor
  - Licença *copyleft*



|                       | EULA | GPL | CDDL                                   | BSD |
|-----------------------|------|-----|--|-----|
| rights in 'copyright' |      | ✗   | ✓                                      | ✓   |
|                       |      | ✗   | ✓*                                     | ✓*  |
|                       |      | ✗   | ✓                                      | ✓   |
|                       |      | ✓   | ?                                      | ✓   |
|                       |      | ✓   | ?                                      | ✓   |
|                       |      | ✗   | ✓                                      | ?   |
|                       |      | ✓   | ✓                                      | ?   |
|                       |      | ✗   | ✓                                      | ?   |
| patent rights         |      | ✗   | ✓                                      | ?   |
|                       |      | ✓   | ✓                                      | ?   |
|                       |      | ✗   | ✓                                      | ?   |
|                       |      | *   | must use GPL for everything            |     |
|                       |      | *   | use CDDL for things already under CDDL |     |
|                       |      |     |  |     |
|                       |      |     |  |     |
|                       |      |     |  |     |

\* must use GPL for everything  
\* use CDDL for things already under CDDL

# Principais licenças das nuvens computacionais de código aberto



BSD



Apache v2.0



Apache v2.0



Apache v2.0



GPL



Apache v2.0



Apache v2.0

SaaS

PaaS

IaaS

# Linguagens usadas nas nuvens computacionais de código aberto



SaaS



Python  
Ruby  
Go



Ruby



OPENSHIFT  
Ruby, PHP etc

PaaS



openstack<sup>®</sup>

IaaS

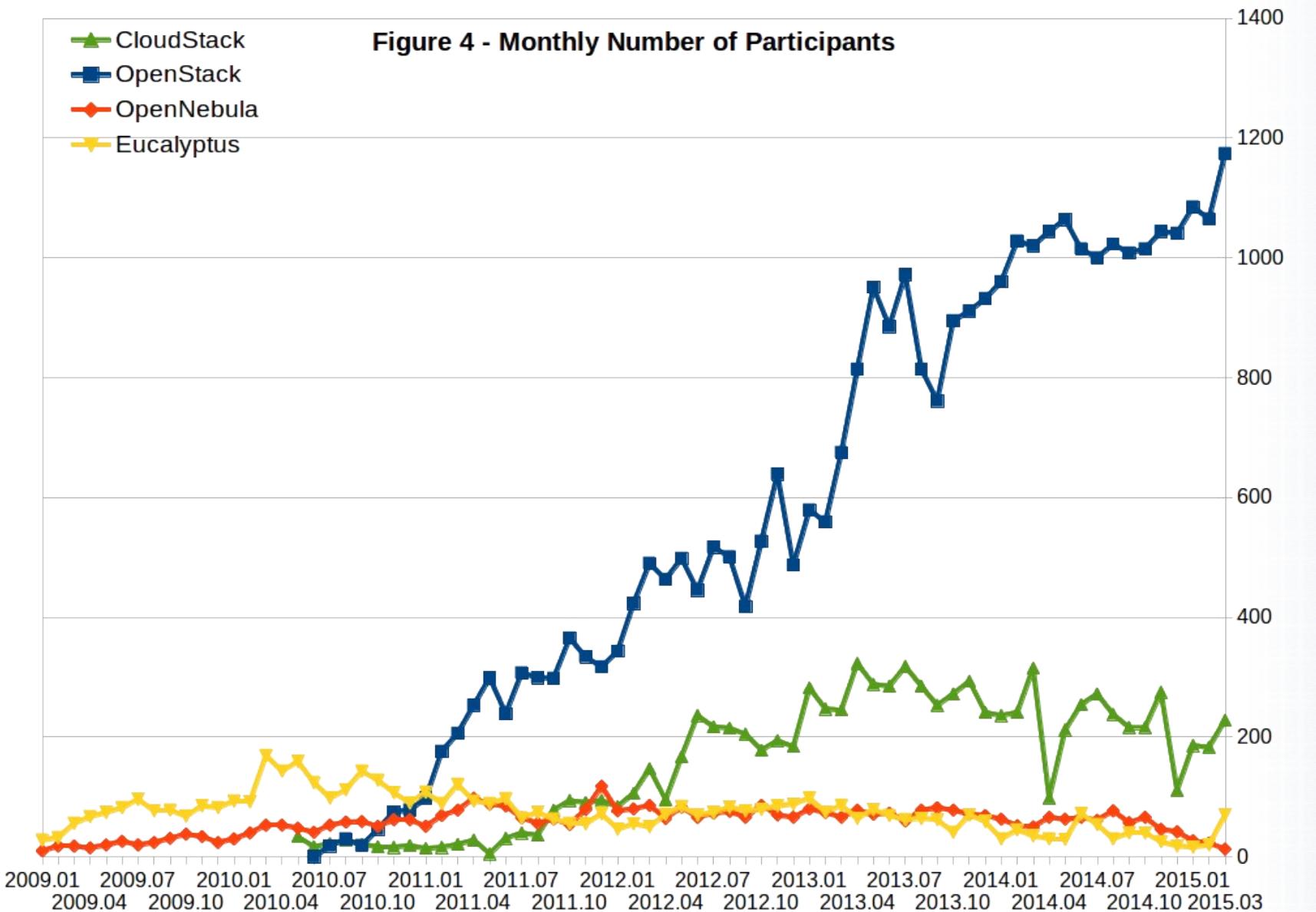
Java  
Python  
Shell scripts

Java  
C/C++  
Python  
Perl  
Shell scripts

C / C++  
Ruby  
Shell scripts  
Java

Python  
Shell scripts

# Progresso dos projetos





# OpenStack



- OpenStack é um projeto de computação em nuvem criado em julho de 2010, fruto de uma iniciativa entre a RackSpace e a NASA
- Serviço de computação em nuvem que possa ser executado em hardware de servidores padrão
- Atualizações e correções em períodos curtos de tempo
  - A partir da quinta versão do OpenStack ficou estabelecido o período de seis meses
- Modelo de Serviço: IaaS
- Modelo de implantação: variado, depende do consumidor



# OpenStack

- O projeto OpenStack é uma coleção de componentes de código aberto utilizados por organizações para configurar e gerenciar nuvens de computacionais
- Projeto visa construir uma comunidade *Open Source* com pesquisadores, desenvolvedores e empresas, que compartilham um objetivo comum:
  - Criar uma nuvem simples de ser implementada, altamente escalável e com vários recursos avançados
- Versão anterior: Rocky – Agosto/2018
- Versão atual: Stein – Abril/2019

# OpenStack: Algunes colaboradores



<https://wiki.openstack.org/wiki/Contributors/Corporate>

# OpenStack: Alguns usuários

TELVENT

acens

aptira

STACKSCALE

MEMSET  
HOSTING

Argonne  
NATIONAL LABORATORY

YAHOO!

eduserv

eNovance  
Cloud & Managed Services Provider



rackspace  
HOSTING

DreamHost

ebay

CYBERA  
Alberta Cyberinfrastructure for Innovation

CANONICAL

SONY



INTERNAP®

globo  
.com

choopa.com

Dualtec  
Cloud Builders

ITRI  
Industrial Technology  
Research Institute



sina 新浪

PayPal™

[OpenStack.org/User-Stories](http://OpenStack.org/User-Stories)

- <http://www.openstack.org>
- Comitê técnico:
  - Responsável pela administração técnica do OpenStack
- Corpo diretor:
  - Realiza a organização lógica e financeira da fundação
  - Três níveis: Platinum, Gold e Individual
- Comitê de usuários:
  - Defesa do usuário e retorno (*feedback*)

# OpenStack Foundation (Cont.)



# OpenStack: Resumo das versões



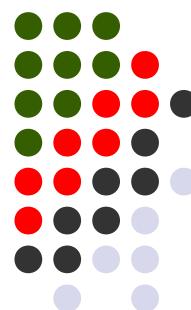
| Nome     | Data       | Componentes inclusos   |
|----------|------------|--|
| Austin   | 21/10/2010 | Nova, Swift  |
| Bexar    | 03/02/2011 | Nova, Glance, Swift  |
| Cactus   | 15/04/2011 | Nova, Glance, Swift  |
| Diablo   | 22/09/2011 | Nova, Glance, Swift  |
| Essex    | 05/04/2012 | Nova, Glance, Swift, Horizon, Keystone   |
| Folsom   | 27/09/2012 | Nova, Glance, Swift, Horizon, Keystone, Quantum, Cinder  |
| Grizzly  | 04/04/2013 | Nova, Glance, Swift, Horizon, Keystone, Quantum, Cinder  |
| Havana   | 17/10/2013 | Nova, Glance, Swift, Horizon, Keystone, Quantum, Cinder, Heat, Ceilometer                                |
| Icehouse | 17/04/2014 | Nova, Glance, Swift, Horizon, Keystone, Quantum, Cinder, Heat, Ceilometer, Trove                         |
| Juno     | 16/10/2014 | + Data Processing (Sahara)   |
| Kilo     | 30/04/2015 | + Bare metal service (Ironic)  |
| Liberty  | 15/10/2015 | + Queue Service (Zaqar), Shared file system (Manila), DNS Service (Designate), Key Management (Barbican) |

# OpenStack: Resumo das versões

| <b>Nome</b> | <b>Data</b> | <b>Componentes inclusos</b>  |
|-------------|-------------|--|
| Mitaka      | 07/04/2016  | + Designate, Barbican, Searchlight, Magnum   |
| Newton      | 06/10/2016  | + aodh, cloudkitty, congress, freezer, mistral, monasca-api, monasca-log-api, murano, panko, senlin, solum, tacker, vitrage, Watcher |
| Ocata       | 02/22/2017  | =  |
| Pike        | 30/08/2017  | + Octavia  |
| Queens      | 28/02/2018  | + Qinling  |
| Rocky       | 30/08/2018  | + Cyborg   |
| Stein       | 10/04/2019  | + TripleO  |



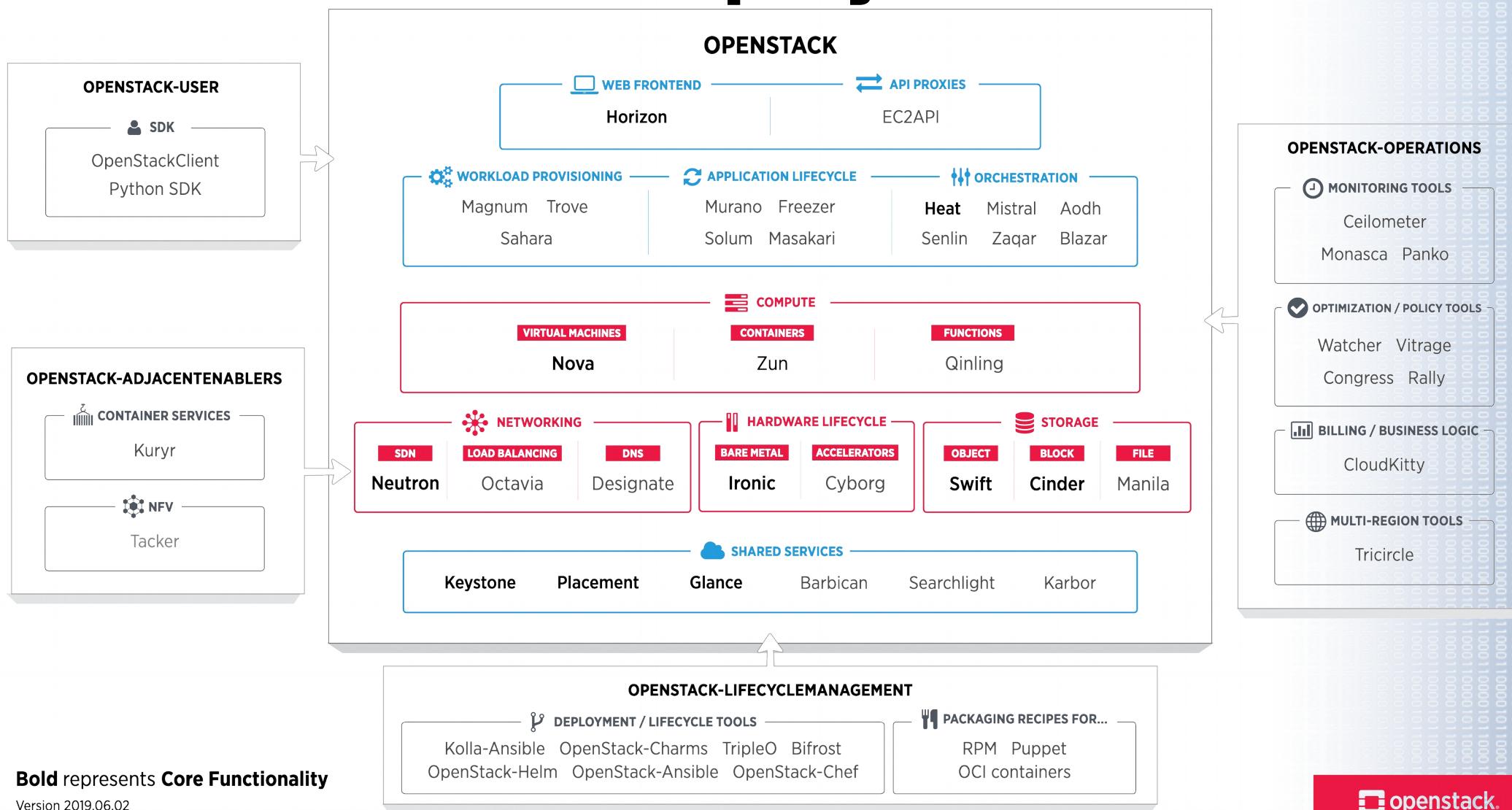
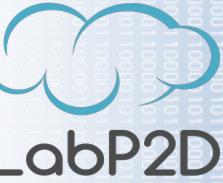
| Series                   | Status                               | Initial Release Date                   | Next Phase   | EOL Date   |
|--------------------------|--------------------------------------|--|--|------------|
| <a href="#">Train</a>    | <a href="#">Development</a>          | 2019-10-16 <i>estimated (schedule)</i> | <a href="#">Maintained</a> <i>estimated 2019-10-16</i>           |            |
| <a href="#">Stein</a>    | <a href="#">Maintained</a>           | 2019-04-10                             | <a href="#">Extended Maintenance</a> <i>estimated 2020-10-10</i> |            |
| <a href="#">Rocky</a>    | <a href="#">Maintained</a>           | 2018-08-30                             | <a href="#">Extended Maintenance</a> <i>estimated 2020-02-24</i> |            |
| <a href="#">Queens</a>   | <a href="#">Maintained</a>           | 2018-02-28                             | <a href="#">Extended Maintenance</a> <i>estimated 2019-10-25</i> |            |
| <a href="#">Pike</a>     | <a href="#">Extended Maintenance</a> | 2017-08-30                             | <a href="#">Unmaintained</a> <i>estimated TBD</i>                |            |
| <a href="#">Ocata</a>    | <a href="#">Extended Maintenance</a> | 2017-02-22                             | <a href="#">Unmaintained</a> <i>estimated TBD</i>                |            |
| <a href="#">Newton</a>   | <a href="#">End Of Life</a>          | 2016-10-06                             |  | 2017-10-25 |
| <a href="#">Mitaka</a>   | <a href="#">End Of Life</a>          | 2016-04-07                             |  | 2017-04-10 |
| <a href="#">Liberty</a>  | <a href="#">End Of Life</a>          | 2015-10-15                             |  | 2016-11-17 |
| <a href="#">Kilo</a>     | <a href="#">End Of Life</a>          | 2015-04-30                             |  | 2016-05-02 |
| <a href="#">Juno</a>     | <a href="#">End Of Life</a>          | 2014-10-16                             |  | 2015-12-07 |
| <a href="#">Icehouse</a> | <a href="#">End Of Life</a>          | 2014-04-17                             |  | 2015-07-02 |
| <a href="#">Havana</a>   | <a href="#">End Of Life</a>          | 2013-10-17                             |  | 2014-09-30 |
| <a href="#">Grizzly</a>  | <a href="#">End Of Life</a>          | 2013-04-04                             |  | 2014-03-29 |
| <a href="#">Folsom</a>   | <a href="#">End Of Life</a>          | 2012-09-27                             |  | 2013-11-19 |
| <a href="#">Essex</a>    | <a href="#">End Of Life</a>          | 2012-04-05                             |  | 2013-05-06 |
| <a href="#">Diablo</a>   | <a href="#">End Of Life</a>          | 2011-09-22                             |  | 2013-05-06 |
| <a href="#">Cactus</a>   | <a href="#">End Of Life</a>          | 2011-04-15                             |  |            |
| <a href="#">Bexar</a>    | <a href="#">End Of Life</a>          | 2011-02-03                             |  |            |
| <a href="#">Austin</a>   | <a href="#">End Of Life</a>          | 2010-10-21                             |  |            |



# Estatísticas do desenvolvimento do OpenStack

- Estatísticas por versão:
  - <https://www.stackalytics.com/?release=stein>
  - <https://wiki.openstack.org/wiki Releases>

# OpenStack: Resumo projetos



**Bold** represents **Core Functionality**

Version 2019.06.02

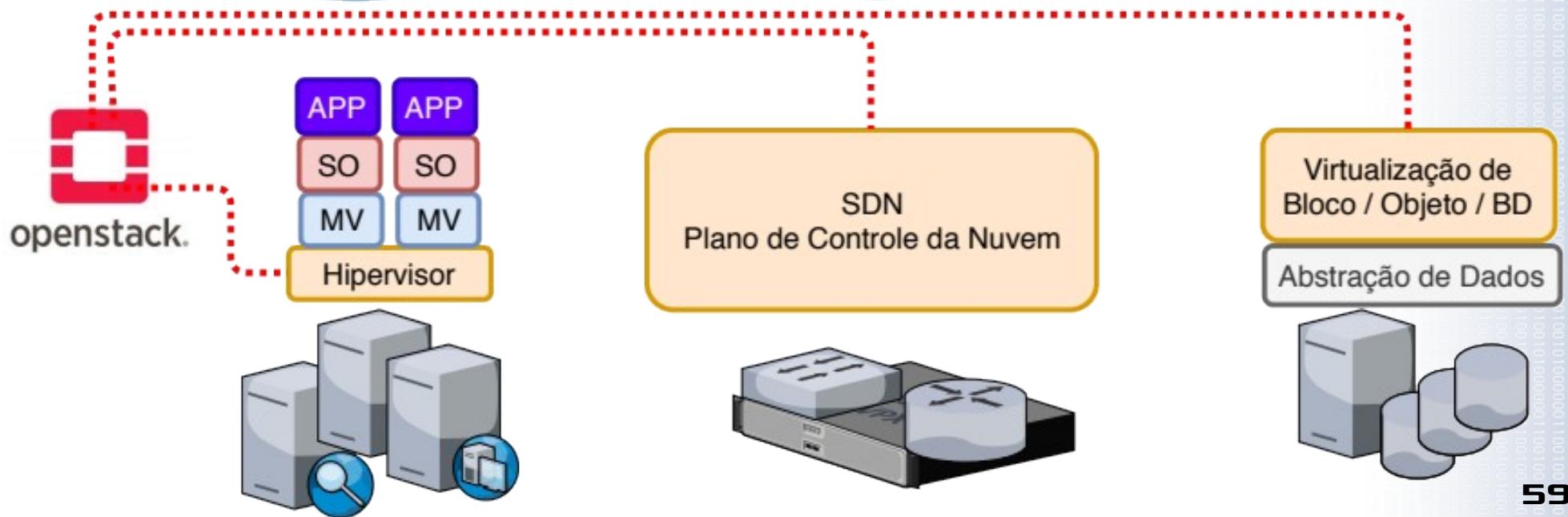
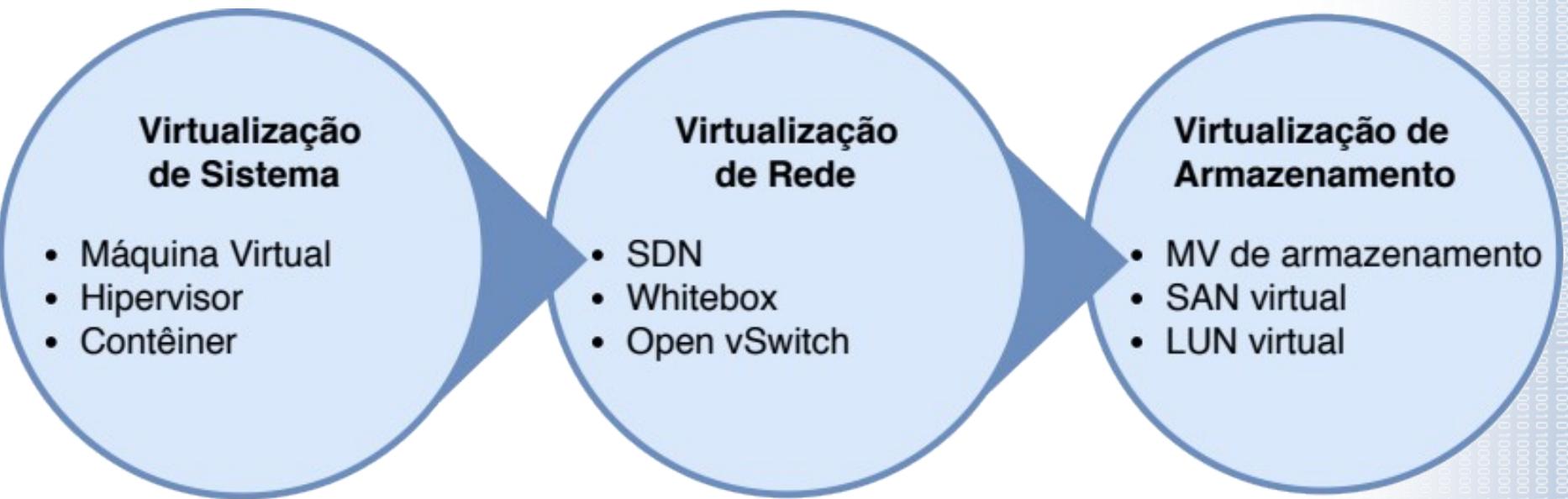


<https://www.openstack.org/software/project-navigator/openstack-components#openstack-services>

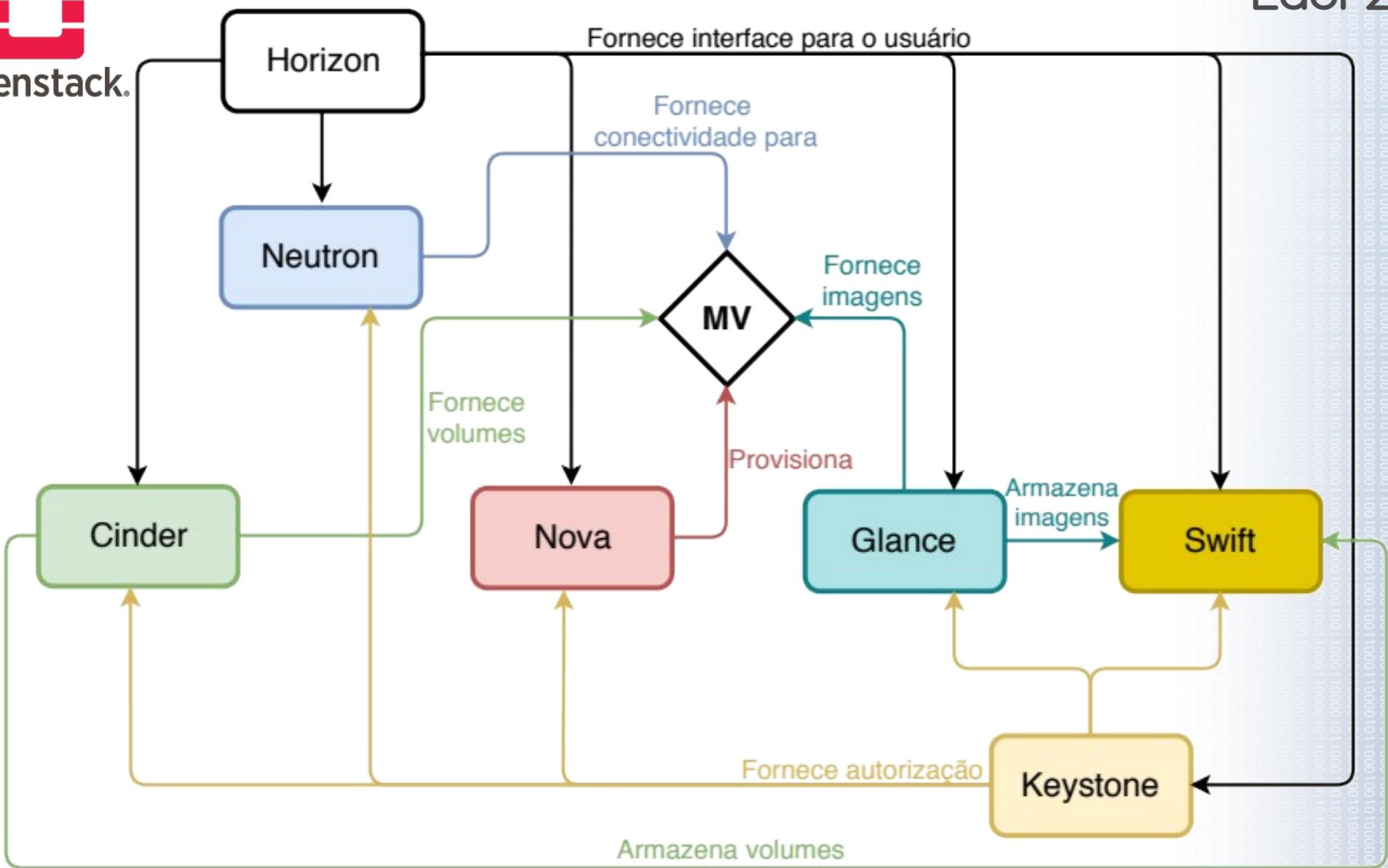
# APIs OpenStack

- Fornecem uma interface para que o mundo exterior interaja com a infraestrutura da nuvem
- No OpenStack o gerenciamento é feito através:
  - Web Services simplificados (Rest)
  - API compatível com a da Amazon AWS (EC2/S3)
  - API própria do OpenStack

# OpenStack



# Componentes Básicos:



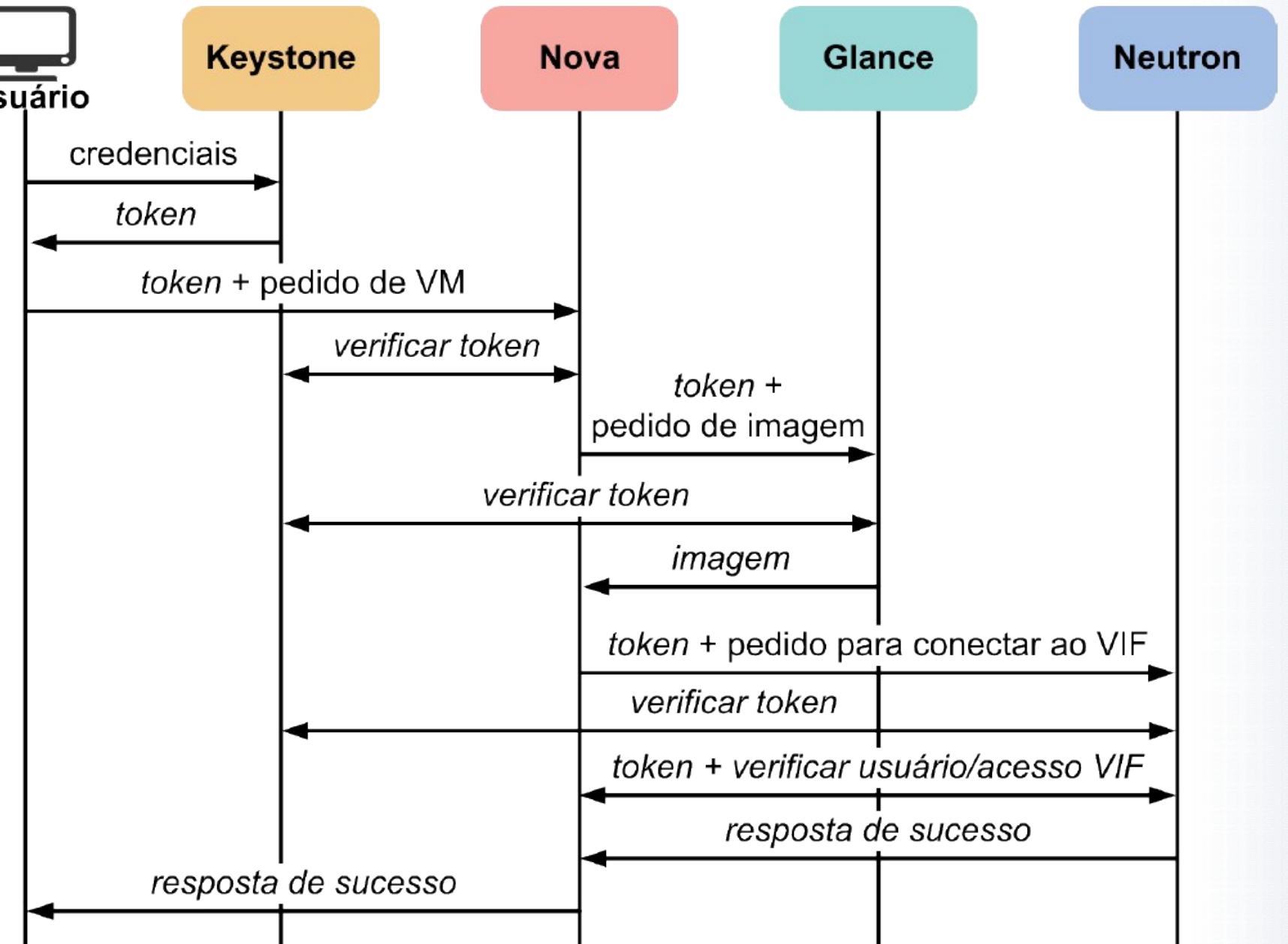
# Criando uma VM no OpenStack: Processo simplificado

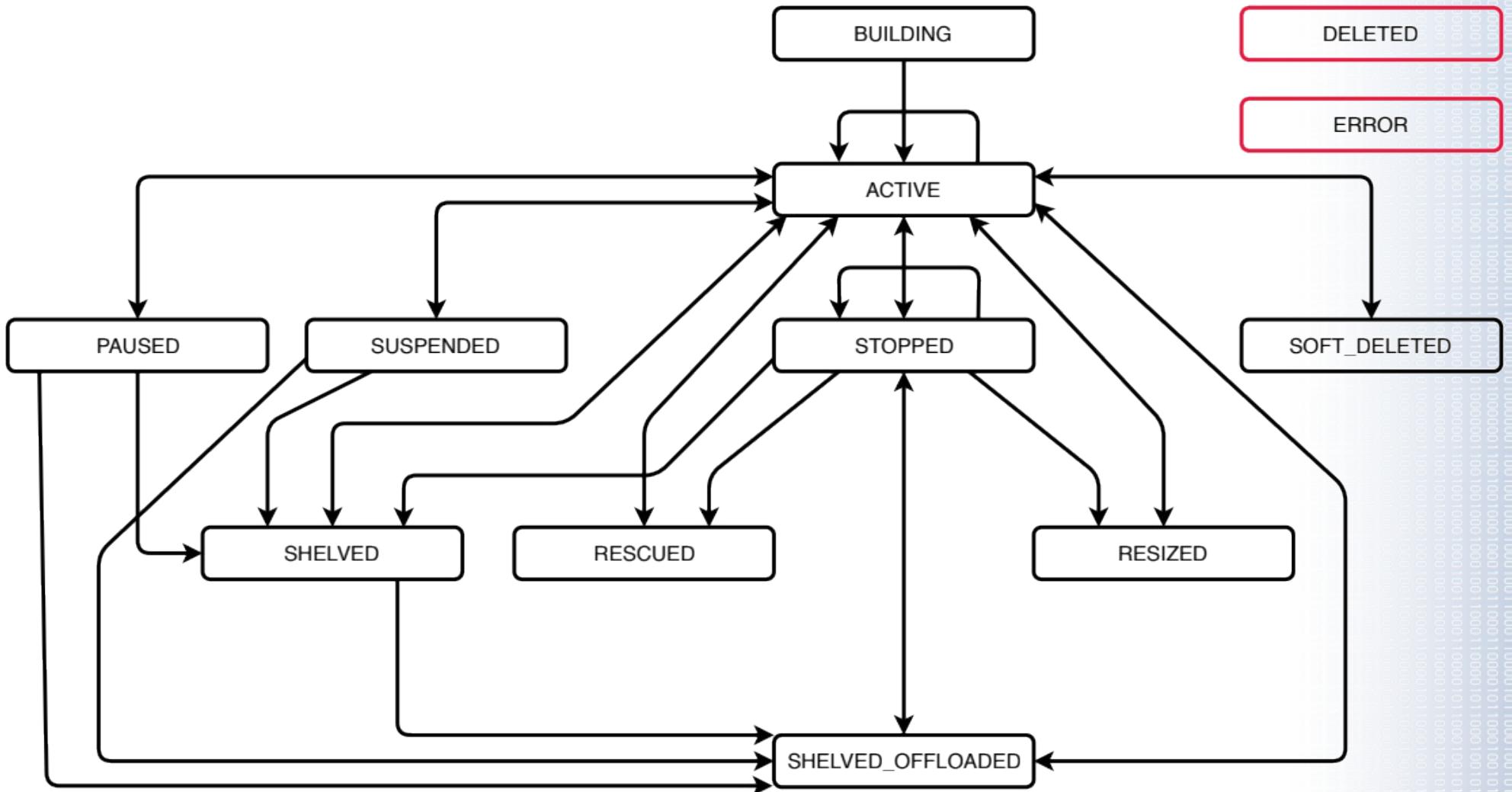
openstack.



Usuário

LabP2D







openstack.

# Arquitetura básica do OpenStack



## Nó Controlador / Nó de Rede

Servidor SQL -  
(MariaDB / MySQL)  
RabbitMQ  
Apache

nova-scheduler  
nova-api

glance-api  
glance-registry

Keystone

neutron-server  
neutron-\*-agent

swift-proxy

cinder-api  
cinder-schedule

Horizon

## Nó de Computação

Hypervisor

neutron-openvswitch-  
agent

nova-compute

## Nó de Armazenamento

swift-object  
swift-account  
swift-container

Tecnologia de  
armazenamento -  
(LVM, etc)

cinder-backup  
cinder-volume

## Legenda:

Serviço de Rede

Tecnologia  
Externa ao  
Openstack

Outros Serviços

Serviço de  
Armazenamento

Serviço de  
Computação



openstack.

# Arquitetura básica do OpenStack



## Nó Controlador

SQLDB      AMQP

### Serviços de Apoio

KEYSTONE      HORIZON

NEUTRON      GLANCE

NOVA-API      NOVA-SCHEDULER

### Serviços Básicos

VLAN1 - Administrativa

VLAN2 - Pública

### Interfaces de Rede

## Nó de Computação

NEUTRON-PLUGIN-AGENT

NOVA-COMPUTE

### Serviços Básicos

VLAN1 - Administrativa

VLAN2 - Pública

### Interfaces de Rede



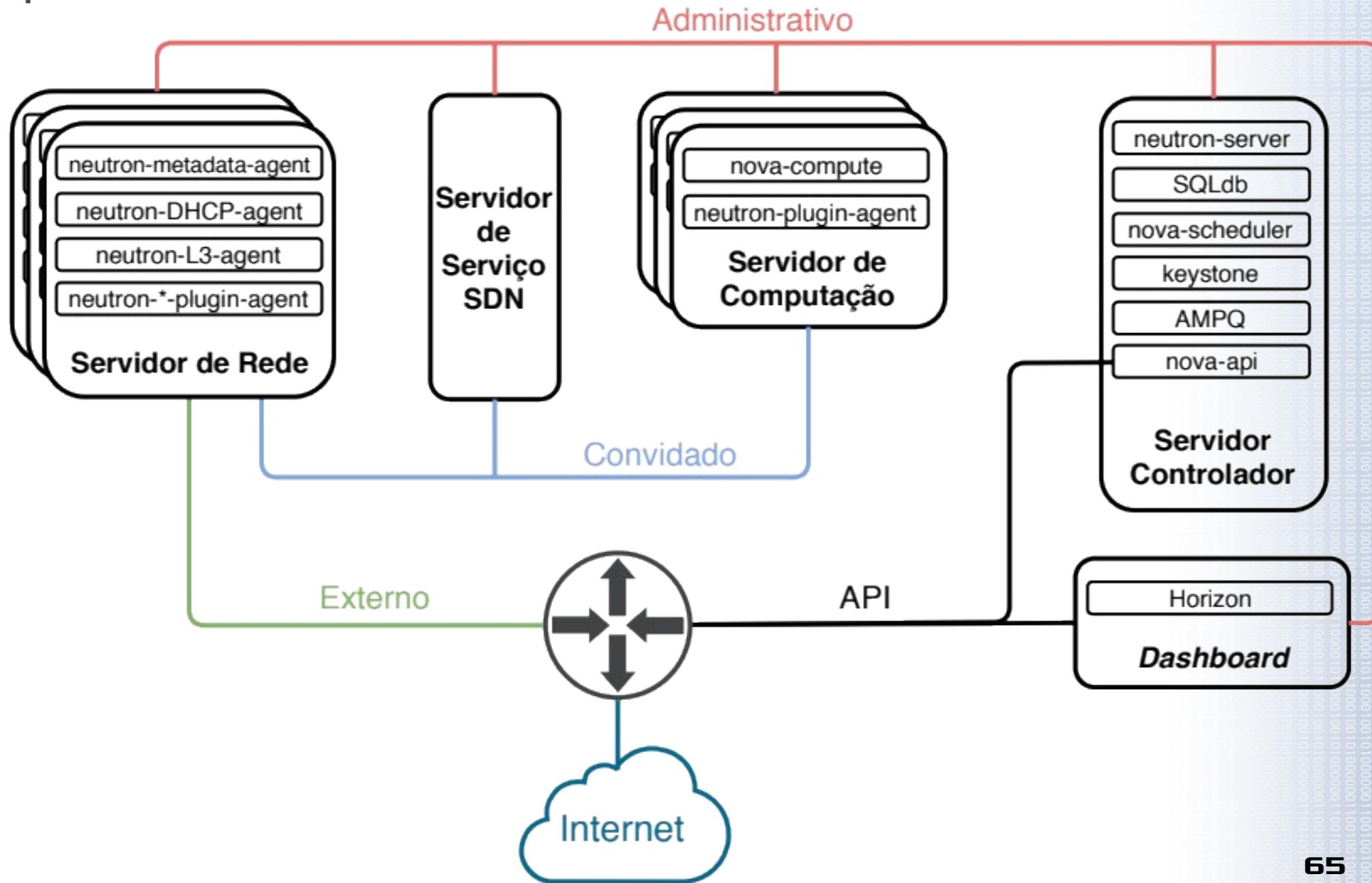
openstack.



# Arquitetura: Domínios do OpenStack



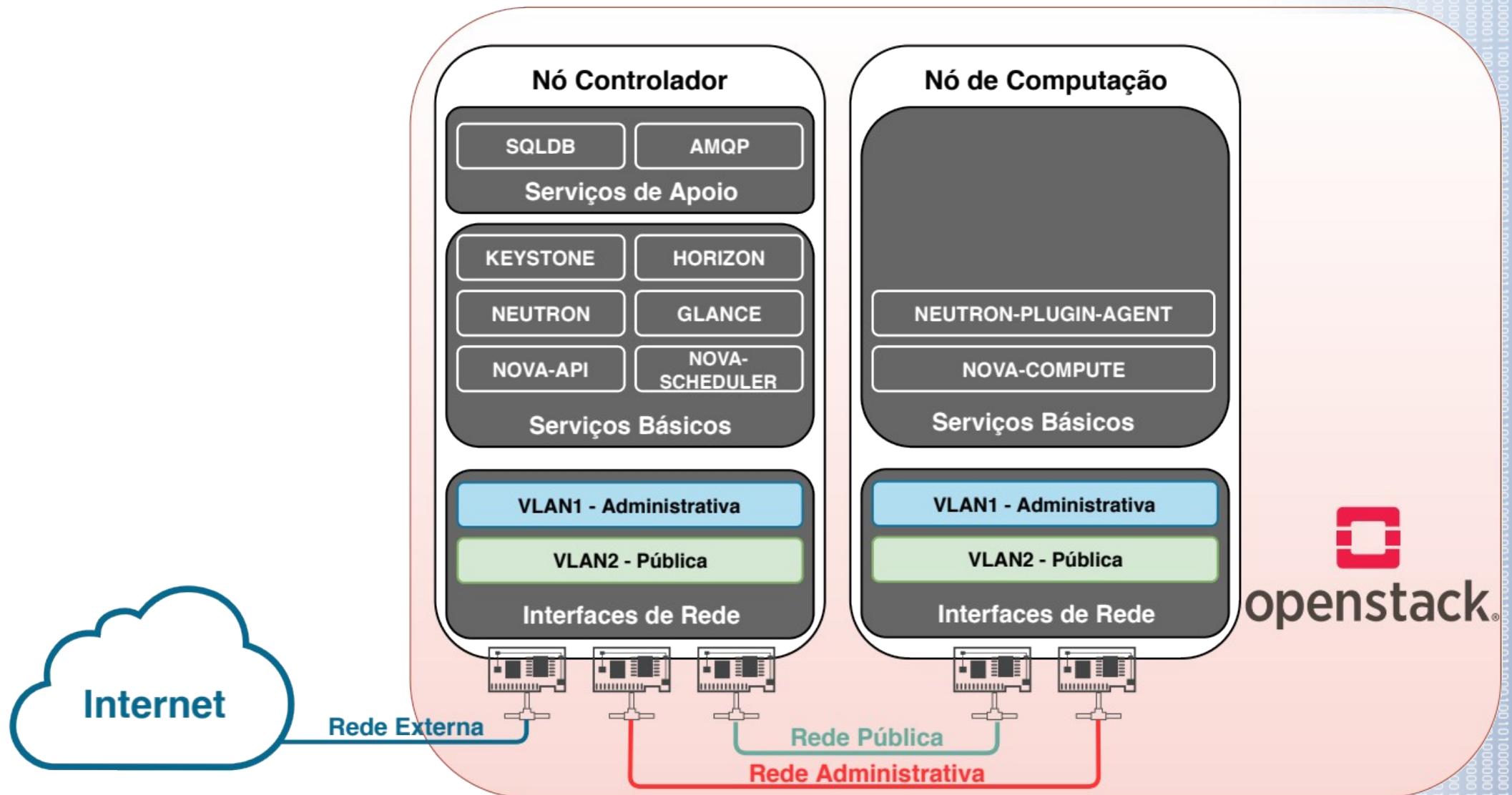
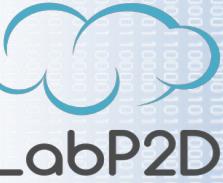
openstack.





openstack.

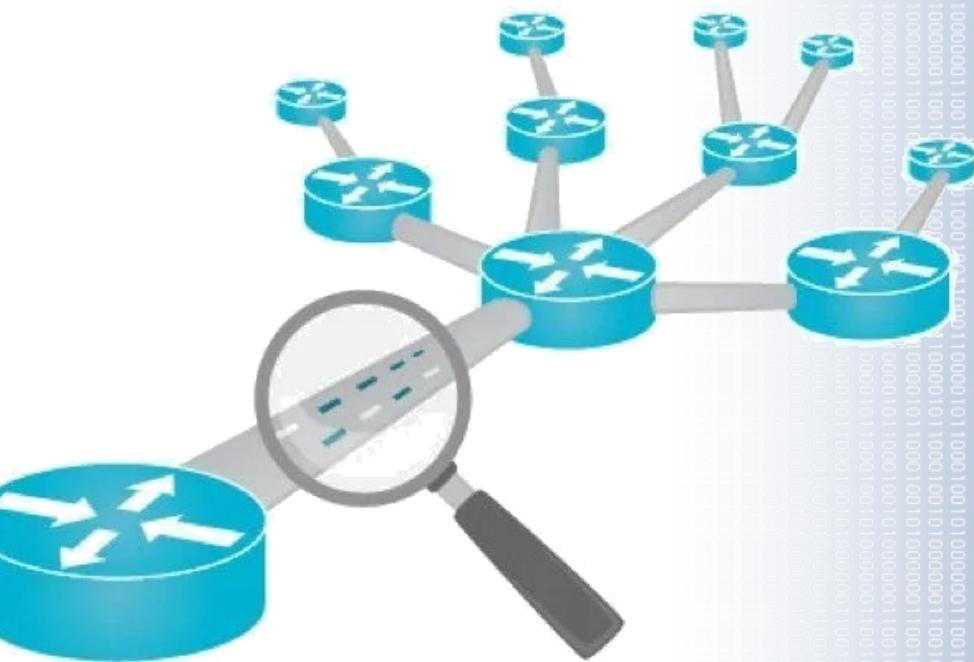
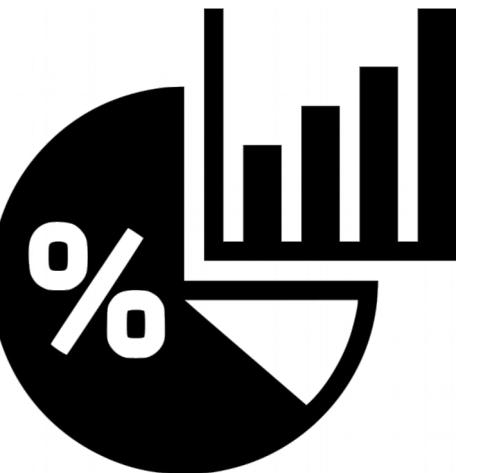
# Arquitetura básica do OpenStack: Interfaces de rede



openstack.

# Caracterização de tráfego

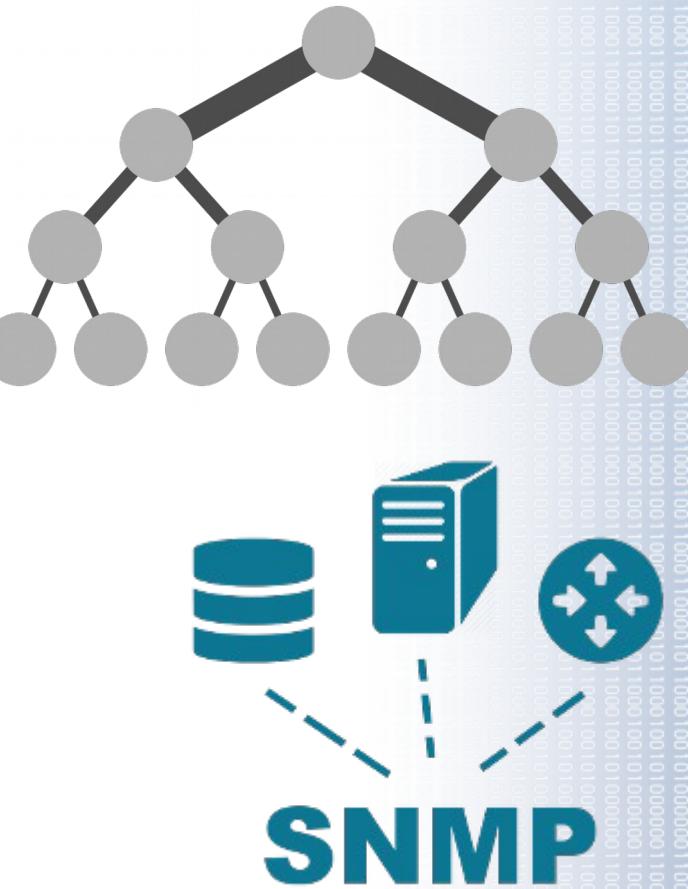
- Não há uma definição formal, de amplo consenso, do processo de caracterização
- Divisão do processo em duas etapas:
  - Medição de tráfego
  - Análise de tráfego

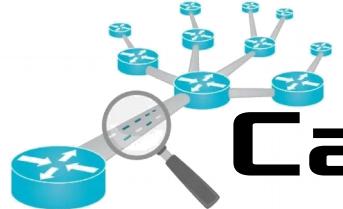




# Caracterização de tráfego: Medição de tráfego

- Captura do tráfego, ou de informações para posterior análise
  - Medição ativa
    - Análise intrusiva
      - Influencia o funcionamento da rede
    - Independente da topologia
    - ping, traceroute, pathchar
  - Medição passiva
    - Não intrusiva
    - Ponto de monitoramento
    - SNMP, NetFlow, sFlow (amostragem)





# Caracterização de tráfego: Medição de tráfego

- Nível de agregação do tráfego
  - Granularidade dos dados
  - Considerar abordagem utilizada (payload, características)
  - Pacote
    - TCPDump, SNORT
  - Fluxo
    - Agregação por IP e porta de origem/destino
    - NetFlow, sFlow
- Amostragem de tráfego (1/n)



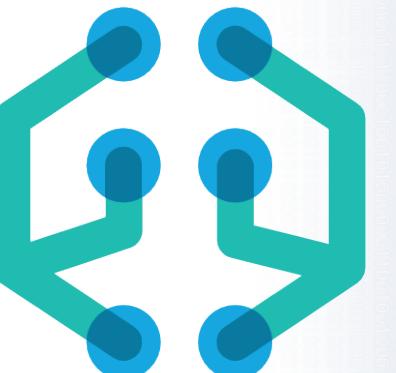
sFlow®



# Caracterização de tráfego: Análise de tráfego



- Analisar dados do tráfego com o objetivo de classificá-lo
  - Inspeção de conteúdo
    - Acessa o conteúdo de cada pacote, busca assinaturas
    - Problema: criptografia, privacidade
  - Características do tráfego
    - Criação de perfis do tráfego (às escuras)
    - Gráfica (hosts envolvidos apresentam comportamento)
    - Estatística simples
    - Estatística com machine learning

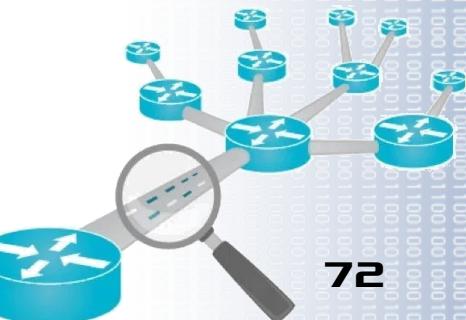


# Caracterização de tráfego: Abordagens selecionadas

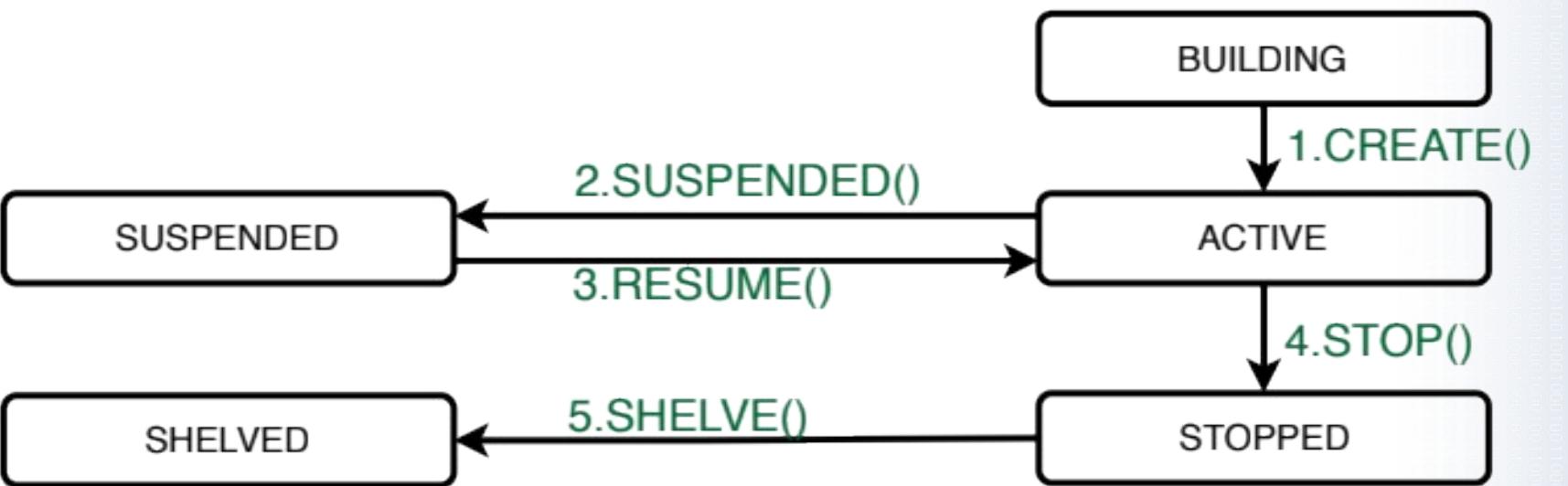
- Não há uma definição formal, de amplo consenso, do processo de caracterização
- Divisão do processo em duas etapas
  - **Medição de tráfego** -> **Sistema de monitoramento**
    - Medição passiva
    - Agregação por pacote
  - **Análise de tráfego** -> **Análise do resultado**
    - Análise estatística



- Analisar o comportamento da nuvem quando o consumidor realiza ações nela
  - Ciclo de vida de MV induzido reflete operações mais comuns
  - Estados: BUILDING, ACTIVE, SUSPENDED, STOPPED e SHELVED
  - Transições através de requisições na API do Nova
- Avaliar variação do tráfego e chamadas de ao longo do cenário



# Ciclo de vida induzido da MV nos experimentos

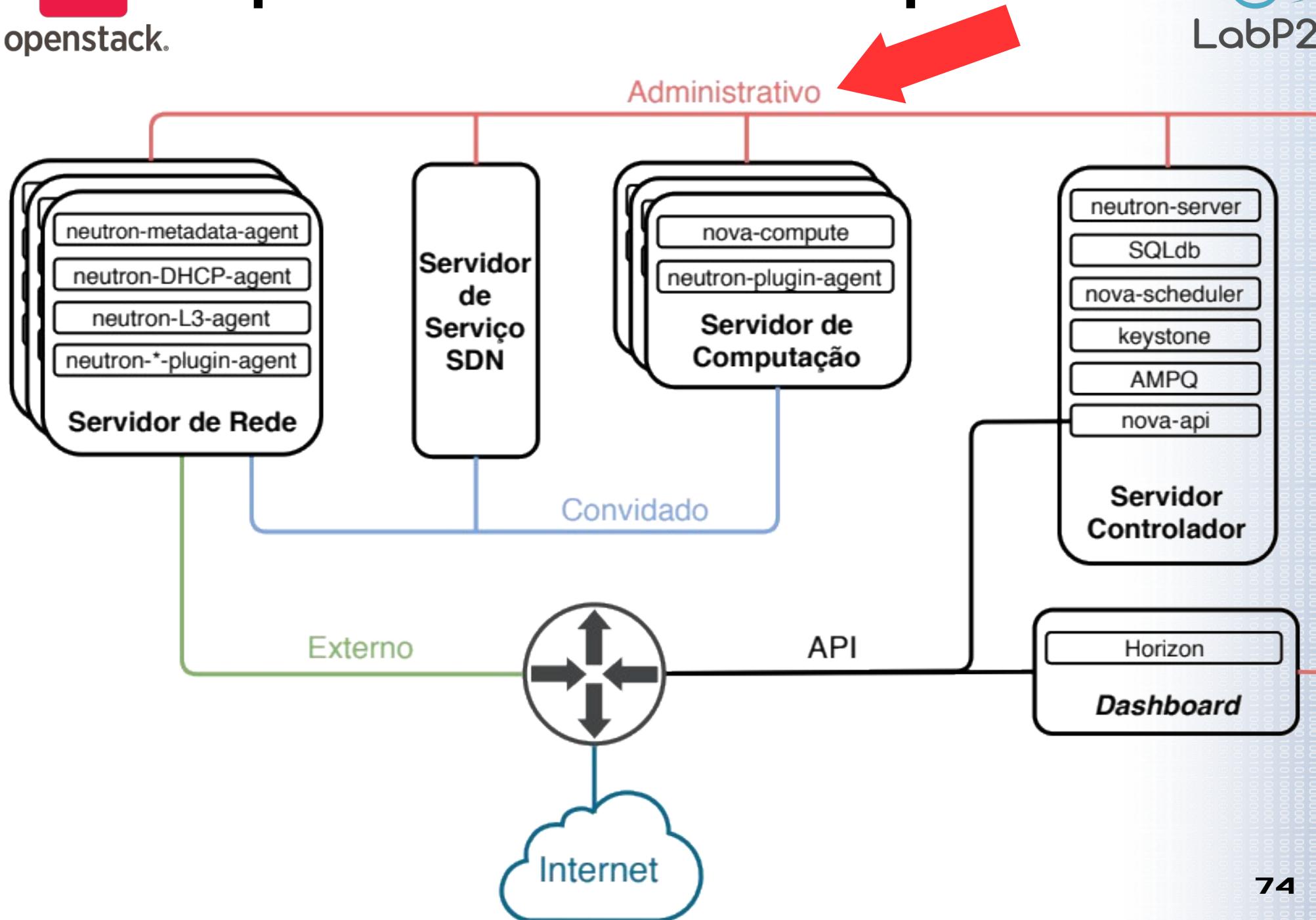




# Arquitetura Domínios do OpenStack



openstack.





# Arquitetura básica do OpenStack

openstack.



## Nó Controlador

SQLDB      AMQP

Serviços de Apoio

KEYSTONE      HORIZON  
NEUTRON      GLANCE  
NOVA-API      NOVA-SCHEDULER

Serviços Básicos

VLAN1 - Administrativa

VLAN2 - Pública

Interfaces de Rede

## Nó de Computação

NEUTRON-PLUGIN-AGENT  
NOVA-COMPUTE

Serviços Básicos

VLAN1 - Administrativa

VLAN2 - Pública

Interfaces de Rede



openstack.



CloudLab



openstack.

CloudLab

# Experimento: MV utilizada



- Imagem do sistema operacional GNU/Linux CentOS 7
  - Formato: QCOW2
  - Tamanho de 1.3GB



CentOS

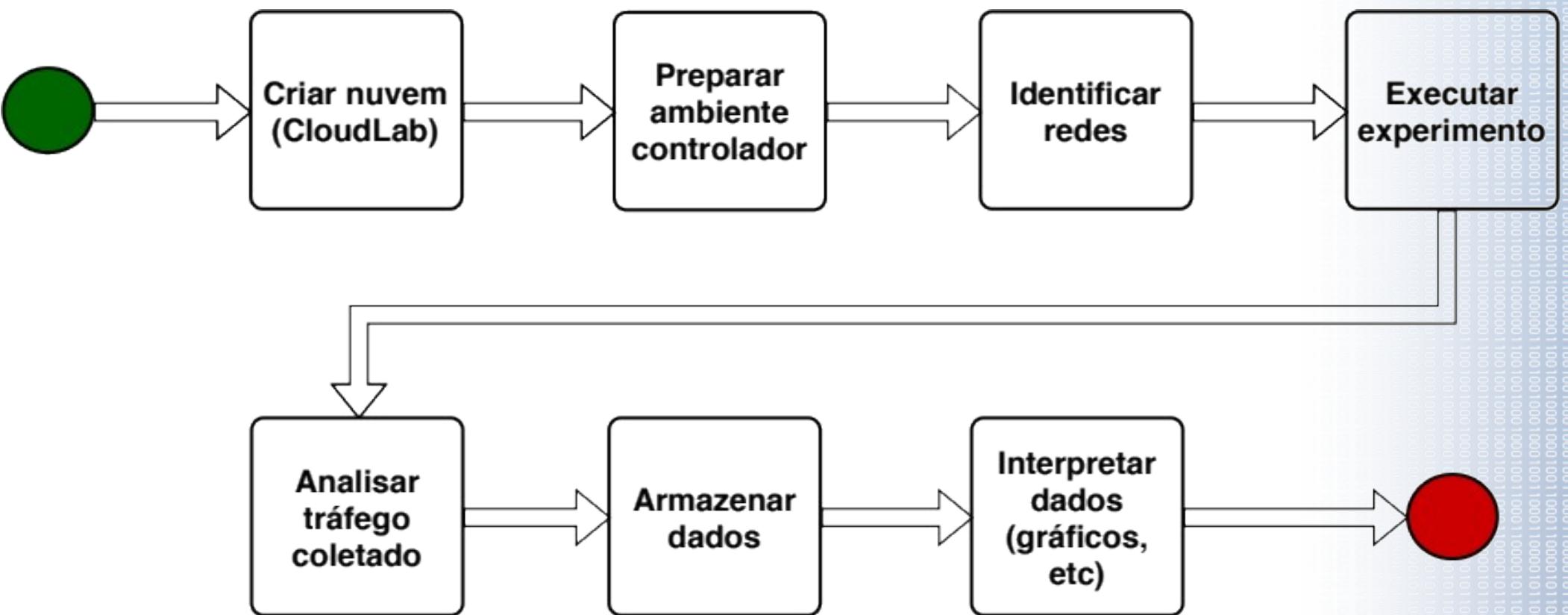


openstack.

CloudLab



# Experimento





CloudLab

# Experimento



Experiments ▾

Storage ▾

Docs ▾

adneiwd ▾

Current Usage: 0 Node Hours, **Prev Month: 32** (30 day rank: 255 of 507 users) [?](#)

1. Select a Profile

2. Parameterize

3. Finalize

4. Schedule

Profile: OpenStack

Version: 0

Source

Please review the selections below and then click Next.

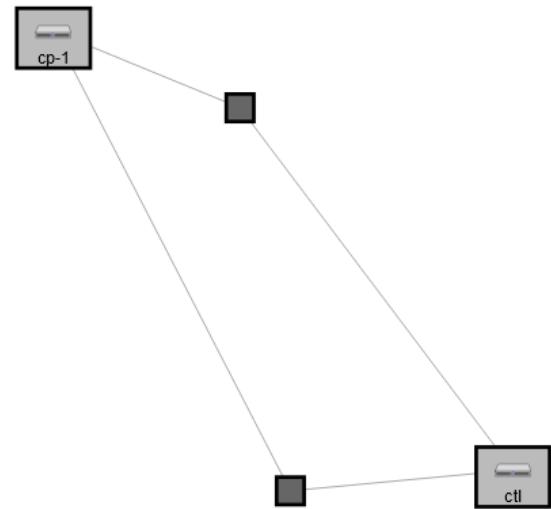
Name:

OpenStackExperiment

Cluster:

Cloudlab Clemson

[+ Advanced Options](#)





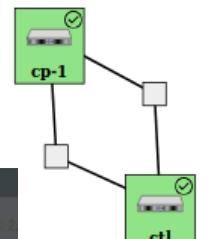
CloudLab

# Experimento



- Vídeo experimento (16min24s)

Topology View   List View   Manifest   Graphs   Bindings



```
Rscript example.R
CREATE_MB SUSPEND_MB RESUME_MB STOP_MB SHELVING_MB
1 1422.255 4.302392 1.984088 1.234279 1416.585
```

```
root@ctl:/dev/monitor/openstack-service-monitor# ./test.sh vlan290 1 CentOS-7-x86_64-GenericCloud-1707.qcow2
Inicando execução na interface vlan290, com 1 execuções
```

| Field            | Value  |
|------------------|--|
| checksum         | b42749c090646652dfde93f972e73b5c                     |
| container_format | bare   |
| created_at       | 2019-09-13T16:19:00Z                                 |
| disk_format      | qcow2  |
| file             | /v2/images/fbb70760-e643-4b73-8d50-c4beb63bdf7a/file |
| id               | fbb70760-e643-4b73-8d50-c4beb63bdf7a                 |
| min_disk         | 0  |
| min_ram          | 0  |
| name             | server-img-1   |
| owner            | 0c00591bdce74474b66fef69f9fa1365                     |
| protected        | False  |
| schema           | /v2/schemas/image                                    |
| size             | 1395261440   |
| status           | active   |
| tags             |  |
| updated_at       | 2019-09-13T16:19:05Z                                 |
| virtual_size     | None   |
| visibility       | public   |

SSH command (if you provided your own key)  
ssh -p 22 adneiwd@cnodel174.clemson.cloudlab.us

Actions

Experiments ▾   Storage ▾   Docs ▾   adneiwd ▾

Current Usage: 10.69 Node Hours, Prev Week: 11, Prev Month: 43 (30 day rank: 334 of 595 users) ?

Experiments   Profiles   Project Profiles   Datasets   Parameter Sets   Membership   Usage   Account

| ◆ Name     | ◆ Profile   | ◆ Project | ◆ Status | ◆ Cluster | ◆ PCs | ◆ PHours[1] | ◆ VMs | ◆ Created    | ◆ Expires    |
|------------|-------------|-----------|----------|-----------|-------|-------------|-------|--------------|--------------|
| Experiment | ✖ OpenStack | LabP2D    | ready    | Clem      | 2     | 10.69       | 0     | Sep 13, 2019 | Sep 14, 2019 |

[1] PHours: Number of nodes times number of hours in use.

### Experiments in my Projects

| ◆ Name     | ◆ Profile | ◆ Creator | ◆ Project | ◆ Status | ◆ Cluster | ◆ PCs | ◆ PHours[1] | ◆ VMs | ◆ Created    | ◆ Expires    |
|------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-------|-------------|-------|--------------|--------------|
| Experiment | OpenStack | adneiwd   | LabP2D    | ready    | Clem      | 2     | 10.69       | 0     | Sep 13, 2019 | Sep 14, 2019 |

[1] PHours: Number of nodes times number of hours in use.

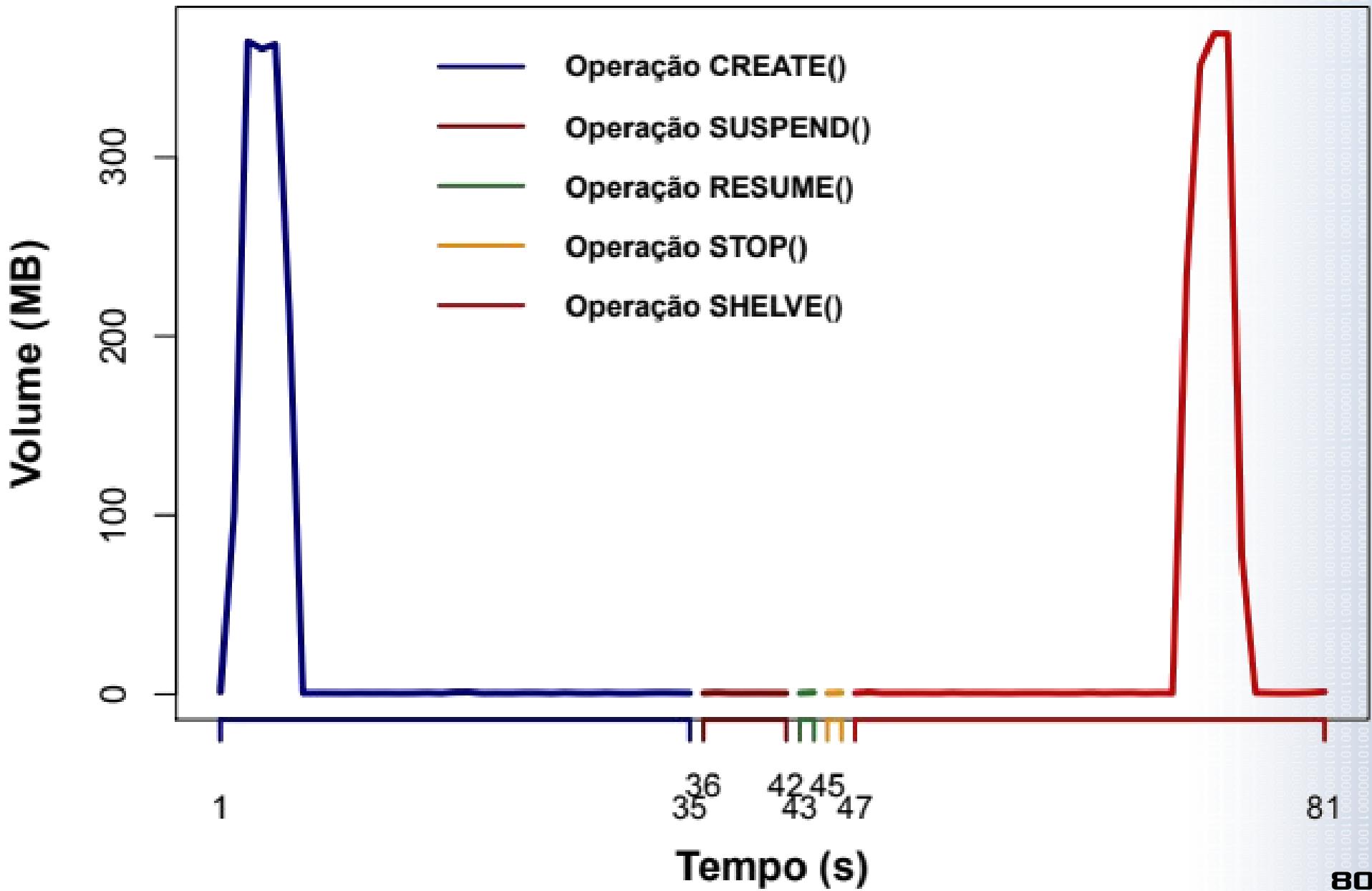


openstack.

CloudLab

# Resultados

LabP2D





openstack.

CloudLab

# Resultados:

## Volume de tráfego



LabP2D

|         | Glance   | Nova  | Keystone | Neutron | Etc    | Total    |
|---------|----------|-------|----------|---------|--------|----------|
| CREATE  | 1398,116 | 0,004 | 0,082    | 0,033   | 21,046 | 1419,280 |
| SUSPEND | 0,001    | 0,001 | 0,0118   | 0,001   | 3,851  | 3,865    |
| RESUME  | 0,000    | 0,001 | 0,000    | 0,007   | 1,454  | 1,462    |
| STOP    | 0,000    | 0,001 | 0,012    | 0,000   | 1,275  | 1,288    |
| SHELVE  | 1400,127 | 0,001 | 0,024    | 0,015   | 19,644 | 1419,811 |

Valores em MB



openstack.

CloudLab

# Resultados: Número de chamadas API por serviço



|         | Glance | Nova | Keystone | Neutron |
|---------|--------|------|----------|---------|
| CREATE  | 1      | 3    | 3        | 13      |
| SUSPEND | 0      | 1    | 1        | 0       |
| RESUME  | 0      | 1    | 0        | 0       |
| STOP    | 0      | 1    | 1        | 0       |
| SHELVE  | 10     | 1    | 3        | 10      |

# Resultados: Amostra de chamadas CREATE



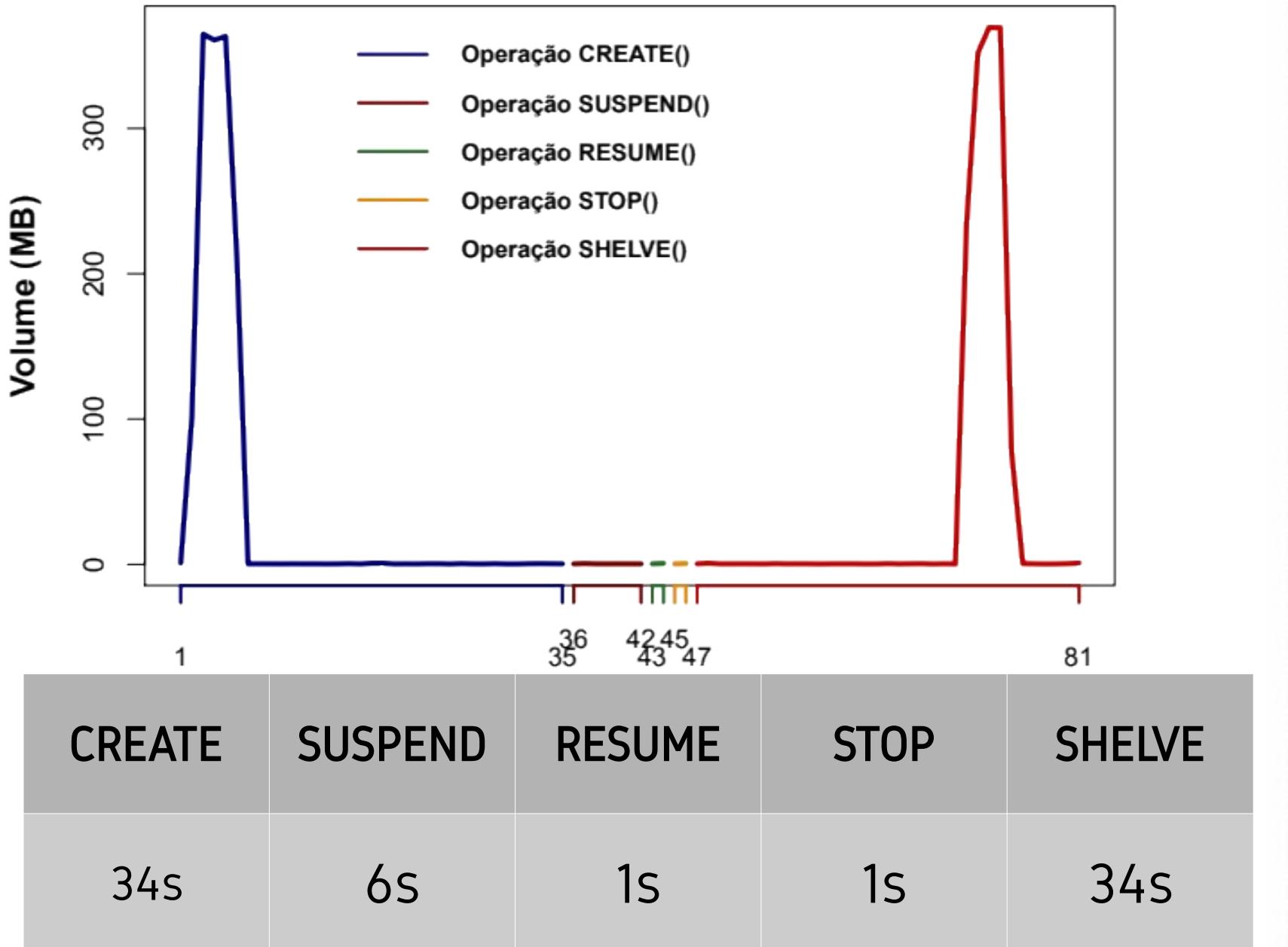
| Tempo (s) | Ação                     | Serviço        | Método      | URL  |
|-----------|--------------------------|----------------|-------------|--|
| 4         | Get flavor info          | nova           | GET         | /v2.1/flavors  |
| 4         | Get flavor info          | nova           | GET         | /v2.1/flavors/2  |
| 4         | Get image info           | glance         | GET         | /v2/images?limit=20  |
| 4         | Get image schema info    | glance         | GET         | /v2/schemas/image  |
| 4         | <b>Create VM</b>         | <b>nova</b>    | <b>POST</b> | <b>/v2.1/servers</b>   |
| 4         | Get image Info           | glance         | GET         | /v2/images/a8e20e5c-a898-42bd-ac5e-db4912a6f561              |
| 5         | Get image schema info    | glance         | GET         | /v2/schemas/image  |
| 5         | Get network info         | neutron        | GET         | /v2.0/networks.json?id=125ea557-f956-4d48-91fe-2194b017e898  |
| 7         | <b>Create port</b>       | <b>neutron</b> | <b>POST</b> | <b>/v2.0/ports.json</b>                                      |
| 7         | <b>Download Image</b>    | <b>glance</b>  | <b>GET</b>  | <b>/v2/images/a8e20e5c-a898-42bd-ac5e-db4912a6f561/file</b>  |
| 8         | Password Auth            | keystone       | POST        | /v3/auth/tokens  |
| 8         | <b>Update Port</b>       | <b>neutron</b> | <b>PUT</b>  | <b>/v2.0/ports/db7eef77-3eef-4972-8300-1786fc77aeac.json</b> |
| 11        | Register VM event        | nova           | POST        | /v2.1/os-server-external-events                              |
| 23        | <b>Register VM event</b> | <b>nova</b>    | <b>POST</b> | <b>/v2.1/os-server-external-events</b>                       |



openstack.

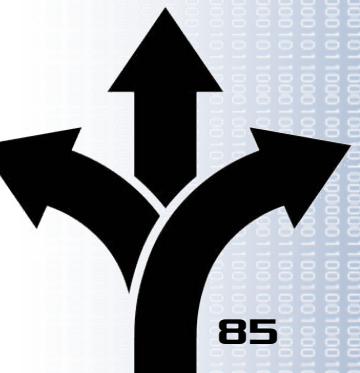
CloudLab

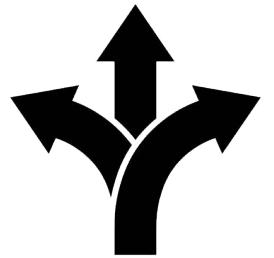
# Resultados: Tempo operação



# Considerações & Trabalhos Futuros

- Tráfego de controle ainda é pouco estudado, mas é fundamental para assegurar SLS e QoS
- Nuvens OpenStack privadas tendem a usar configurações simplificadas
  - Configuração indevida de interfaces de rede pode gerar problemas de desempenho
  - Criação de MVs em cluster pode revelar problemas de tráfego
    - E.g., MVs para Map Reduce





# Considerações & Trabalhos Futuros

- Os experimentos apresentaram comportamento similar
- Não ocorreram grandes mudanças nos serviços OpenStack
- Propostas de trabalhos futuros
  - Considerar mais parâmetros computacionais nas análises
    - E.g., uso de CPU
  - Aumentar a complexidade dos cenários
    - E.g., mais serviços OpenStack considerados, incluir mais hosts

# The OpenStack Ecosystem is Growing

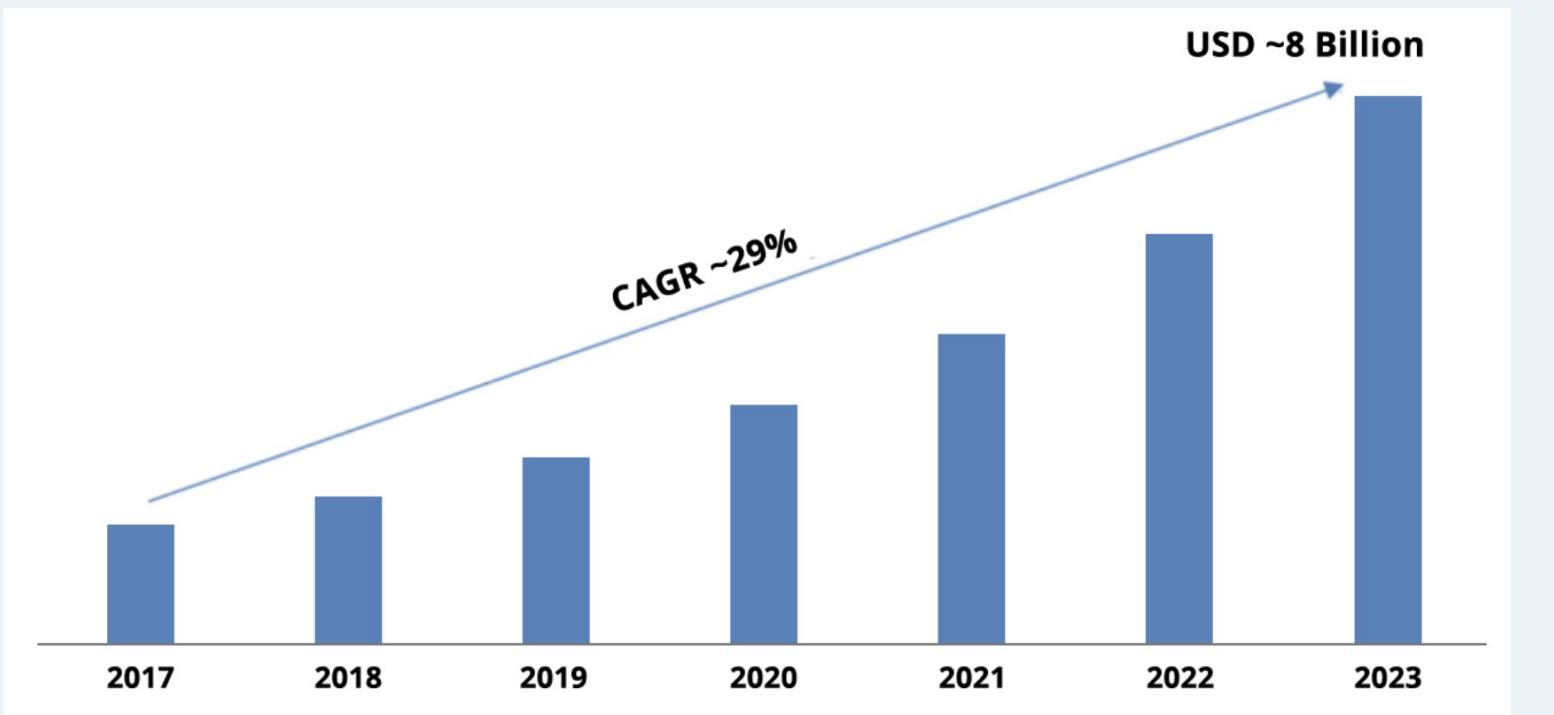
IDC estimates OpenStack to be a \$6.1 billion opportunity in 2018 and grow at an aggregate CAGR of 9.7% from 2016 to 2021.

Doc #US43091917, OpenStack Infrastructure Ecosystem: Adoption Patterns, Use Cases and Market Outlook, Part 3—Market Size and Forecast, Sept 2017

“ The OpenStack service market is projected to grow from USD 1.63 Billion in 2017 to USD 5.66 Billion by 2022, at a CAGR of 28.3% from 2017 to 2022. ”

“ Fast and easy deployment, no compulsion of vendor lock-in, and advantage of wide community support are the factors driving the growth of the market across the globe. ”

OpenStack Service Market by Component (Solution, Service), Organization Size (Large Enterprises, Small & Medium Enterprises), Vertical (IT, Telecommunication, Academic & Research, BFSI, Retail & E-Commerce), and Region - Global Forecast to 2022, Markets and Markets, Feb 2018



Global OpenStack service market is estimated to reach USD 8 billion at CAGR 29% through the forecast period 2023.

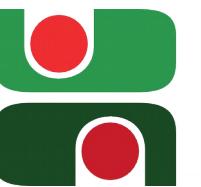
# Leitura recomendada

- [www.openstack.org](http://www.openstack.org)
- <https://wiki.openstack.org/wiki/Stackalytics>
- <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-144/SP800-144.pdf>
- <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>
- <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-146/sp800-146.pdf>
- GONZALEZ, N.; MIERS, C.; REDÍGOLO, F.; et al. A Taxonomy Model for Cloud Computing Services. CLOSER. v. 1, p.56–65, 2011. Noordwijkerhout, The Netherlands: Thomson Reuters Conference Proceedings.
- GONZALEZ, N.; MIERS, C.; REDÍGOLO, F.; et al. A Quantitative Analysis of Current Security Concerns and Solutions for Cloud Computing - Extended Version. Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications (JOCASA), Springer Journal, v. 1, 2012.



charles.miers@udesc.br

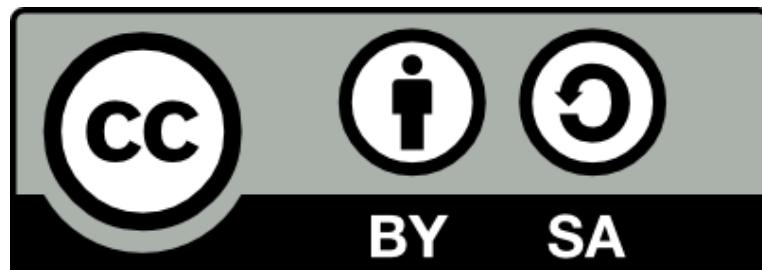
<http://www.labp2d.joinville.udesc.br>



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



This work is under Creative Commons  
Attribution-ShareAlike 4.0 International  
License



<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>