

Sistemas Distribuídos

Cloud Computing  
ou  
Computação em Nuvem

O que é um Cloud?



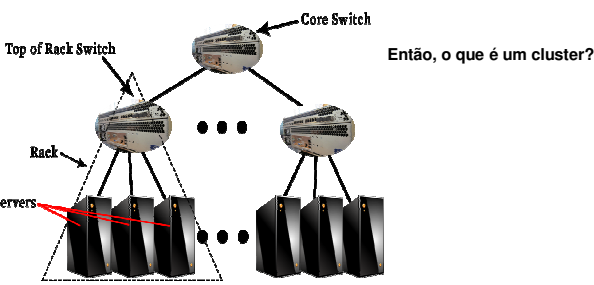
- É um cluster!
- É um supercomputador!
- É um datastore!
- É um superman!
- Nenhum dos anteriores e
- Todos os anteriores

Cloud = Grande quantidade de storage + ciclos de processamento

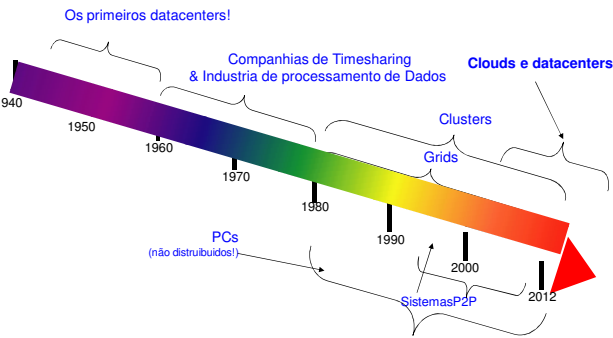
O que é um Cloud?

- Um cloud (ou “Datacenter”) consiste de:
  - Nós computacionais (agrupados em racks);
  - Switches, conectando os racks;
  - Uma topologia de rede, e.g., hierárquica;
  - Nós de storage (backend) conectados à rede;
  - Front-end para submissão de jobs e recebimento das solicitações dos clientes (Frequentemente chamados de arquitetura de 3 camadas ou “three-tier architecture”);
  - Serviços de Software;
- Um cloud geograficamente distribuído consiste de Múltiplos sites com essas características;
- Cada site pode apresentar uma diferentes estruturas e serviços.

Uma idéia da Topologia de um Cloud



“A evolução da Computação em Nuvem”



Servidores



Vista Frontal



Vista Traseira




Vista interna




Em instalações de alta segurança (e.g., financeira)

Energia





Off-site



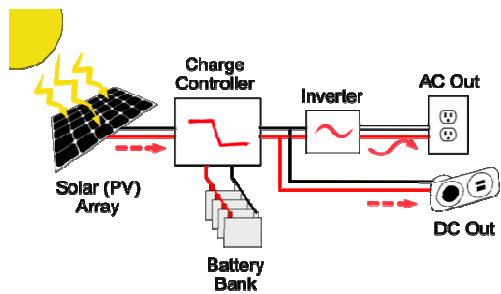
On-site

- WUE = Annual Water Usage / IT Equipment Energy (L/kWh) → low is good
- PUE = Total facility Power / IT Equipment Power → low is good (e.g., Google-1.12)





Painel Solar



Refrigeração



Ar aspirado do topo (also, Bugzappers)



Purificador de água



Aspersão de água no ar externo para troca de calor



15 motores por banco de servidores

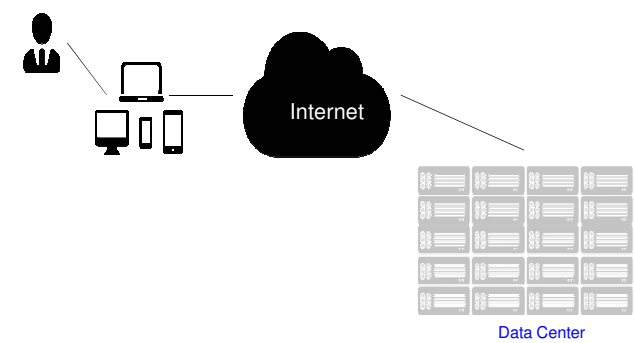
O que é?

- Cloud computing é um modelo de computação que permite acesso via internet a um grupo de recursos computacionais configuráveis:
- Redes, servidores, armazenamento, aplicações e serviços, por exemplo.

Self-service e sob demanda	Acesso via internet de qualquer dispositivo	Recursos computacionais independentes	Elasticidade vertical e horizontal	Mensurável
----------------------------	---	---------------------------------------	------------------------------------	------------

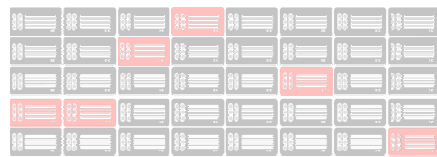
Fonte: National Institute of Standards and Technology (NIST)

Como funciona?



Por que o cloud computing é diferente?

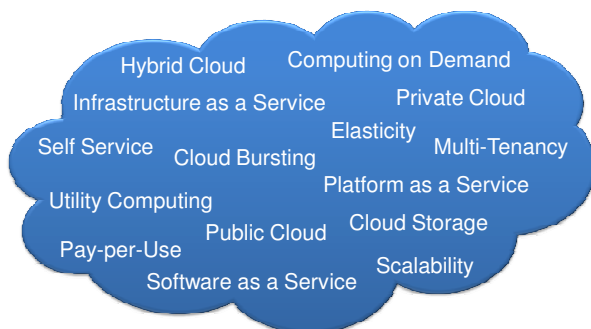
**Máquina física**  
Processador  
Memória RAM  
Disco (HD)



**Máquina virtual (VM)**  
Processador  
Memória RAM  
Disco (HD)

→ + disponibilidade  
+ flexibilidade  
+ agilidade

## Terminologia em Cloud Computing



## O que é Cloud Computing?

- Acesso à recursos computacionais sob demanda sem necessitar de investimento inicial elevado, tanto em termos de tempo quanto de dinheiro (self service);
- Paga-se somente por aquilo que realmente se utiliza, em passos graduais (OpEx ao invés de CapEx - Capital Expenditure);
- Escalabilidade quase que ilimitada (elasticidade);
- Modificação do modelo de negócio;
- Interfaces ajustadas às particularidades do negócio.

## Modelo de Serviços na Nuvem

### SaaS = Software as a Service

- Web / office / business applications, ...
- Salesforce, Google Apps, ...

### PaaS = Platform as a Service

- Development / deployment frameworks, distribution / messaging / monitoring systems, databases, ...
- Microsoft Windows Azure, Hadoop / MapReduce, ...

### IaaS = Infrastructure as a Service

- Computing power, Virtual machines, Storage space, ...
- Amazon EC2 and S3, IBM SmartCloud Enterprise, ...

## O que é Cloud Computing?

- **Cloud Computing** é um termo geral utilizado para descrever uma nova classe de computação baseada em rede que tem lugar através da Internet,
  - Basicamente, uma evolução do conceito de Utility Computing;
  - Uma coleção / grupo de hardware integrado e em rede, software e infraestrutura de Internet (chamado de plataforma);
  - Usa a Internet para comunicação e transporte para fornecer hardware, software e serviços de rede para os clientes
- Estas plataformas ocultam a complexidade e os detalhes da infraestrutura interna dos usuários e aplicações, através de interface gráfica muito simples, ou de **API (Application Programming Interface)**.

## Cloud: As muitas visões do cloud computing

- Mais de 20 definições:
  - [http://cloudcomputing.sys-con.com/read/612375\\_p.htm](http://cloudcomputing.sys-con.com/read/612375_p.htm)
- Cloud segundo a definição de Buyya:
  - “Um sistema computacional em nuvem é um tipo de sistema paralelo e distribuído formado por uma coleção computadores interconectados e **virtualizados** que são **dinamicamente provisionados** e apresentados como um ou mais, recursos computacionais unificados **baseados em um Acordo de Nível de Serviço** (SLA ou **Service-Level Agreements**) estabelecido por uma **negociação** entre o provedor de serviço e os consumidores.”
- Palavras chave: Virtualização (VMs), Provisionamento Dinâmico (negociação e SLAs) e interface de acesso Web 2.0

## Entre na Nuvem

- **Cloud computing** é a computação baseada na Internet, através da qual recursos compartilhados, software e informação são providos **sob demanda** aos computadores e outros dispositivos, de modo semelhante ao grid elétrico;
- A computação em nuvem é o resultado de numerosas tentativas computação em larga escala com acesso transparente à recursos virtualmente ilimitados;
- É também referida como:
  - **on-demand computing**, **utility computing**, **ubiquitous computing**, **autonomic computing** (auto governado), **platform computing**, **edge computing** (processamento junto aos dados), **elastic computing**, **grid computing**, ...

## O que é Cloud Computing?

- Além disso, a plataforma oferece serviços sob demanda, que estão sempre **disponíveis em, em qualquer lugar, a qualquer hora**;
- Pode se entender como um modelo para viabilizar o acesso conveniente, sob demanda e através da rede a um repositório compartilhado de recursos computacionais configuráveis;
- O **pagamento é feito conforme o uso** e conforme necessário, sendo **elástico**, ou seja:
  - Possibilidade de escalar para cima e para baixo, tanto na capacidade, quanto nas funcionalidades;
- Os serviços de hardware e software estão disponíveis para:
  - público em geral, empresas, corporações e negócios.




## Resumo: Nuvem

- Cloud computing é um termo geral usado para se referir ao desenvolvimento e serviços baseados na Internet;
- Um grande número de características definem dados em nuvem, serviços de aplicações e infraestrutura:
  - **Hospedado remotamente**: Serviços ou dados são hospedados em infraestrutura remota;
  - **Ubíquo**: Serviços ou dados estão disponíveis em qualquer lugar;
  - **Mercantilizada**: O resultado é um modelo de computação utilitária semelhante ao tradicional, similar aos tradicionais, serviços como gás, água e eletricidade - você paga por aquilo que você consome!

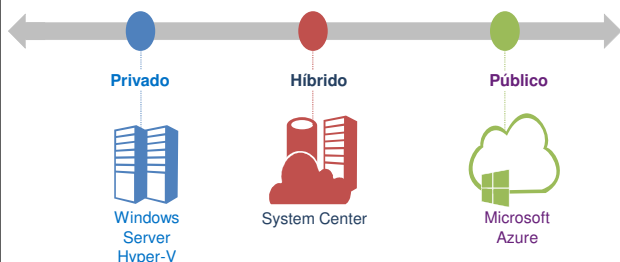
## Tipos de Clouds

Cloud Privado	Cloud Híbrido	Cloud Público
<ul style="list-style-type: none"><li>• Na própria empresa ou hospedado em provedor;</li><li>• Somente para uso interno;</li><li>• Foco em auto serviço e contabilidade.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mistura de nuvem pública e privada;</li><li>• Foco na escalabilidade e chaveamento para outra máquina em caso de falha.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Oferecido por provedores de serviços em nuvem;</li><li>• Disponível a todos;</li><li>• Foco no atendimento de solicitações por demanda e pagamento por utilização (pay-per-use).</li></ul>

## Modelos de implementação

Cloud Privado	Cloud Híbrido	Cloud Público
 <b>Cloud Privado</b> Infraestrutura exclusiva para uma única empresa, privacidade total; Regras & configurações do cliente; Custos individuais.	 <b>Cloud Híbrido</b> Combinação público + privado; Permite a mobilidade de aplicações desde que haja padrões entre os ambientes.	 <b>Cloud Público</b> Várias empresas compartilham máquinas físicas, com isolamento lógico; Regras do provedor, configurações do cliente; Custos compartilhados.
Plataforma como Serviço (PaaS)		
Infraestrutura como Serviço (IaaS)		

## Aplicando no universo Microsoft...



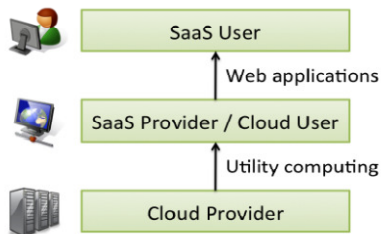
## Microsoft Azure

Uma plataforma de nuvem aberta e flexível que permite a rápida criação, implementação e gerenciamento de Websites, softwares, aplicações, backup e muito mais!

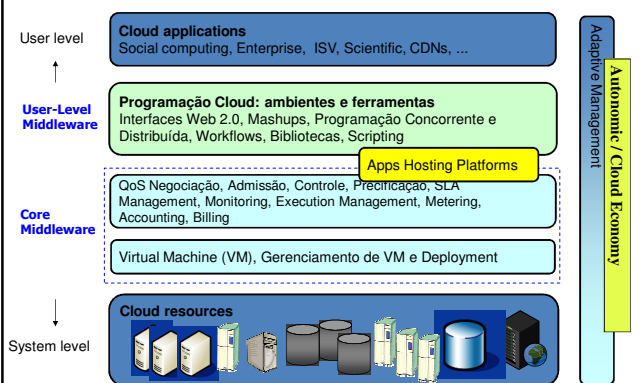
- Permite a criação de aplicações usando qualquer linguagem de programação, biblioteca, ferramenta ou padrão;
- Integra soluções de nuvem pública com um ambiente existente de TI;
- Atualização e patching automático de SO e de Serviços;
- SLA mensal de 99.95%.



### Estrutura do Cloud Computing



### A (Layered) Cloud Architecture



### O que é Cloud Computing

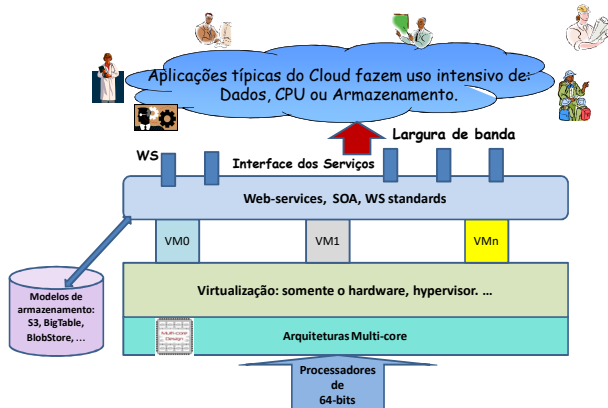


- Pool de recursos configuráveis de computação, de uso compartilhado;
- QoS (Quality of Service) garantida;
- Acesso à rede sob demanda;
- Provisionados pelo provedor de serviços.

### Outras Características da Nuvem

- O gerenciamento do ciclo de vida, upgrade e substituição dos recursos computacionais são de responsabilidade do provedor dos serviços de Cloud;
- Interessante para empresas com grande quantidade de recursos computacionais legados (servidores, datacenters e pessoal de TI) que deverão ser paulatinamente substituídos, ou eliminados;
- Os procedimentos existentes de segurança, operação e outros, necessitarão ser adaptados para esse novo modelo de computação;
- As empresas não mais necessitarão de um grande número de funcionários experientes de TI, que são caros, difíceis de se achar e difíceis de manter,
  - Possibilita que as empresas se foquem mais no seu negócio, ao invés de gerenciar os recursos computacionais.

### Tecnologias Envolvidas



### Características do Cloud Computing

#### Características comuns:

Grande escalabilidade	Computação resiliente
Homogeneidade	Distribuição geográfica
Virtualização	Orientado a serviço
Software de Baixo Custo	Segurança avançada

#### Características essenciais:

Auto-serviço Sob Demanda	
Ampla Acesso à Rede	Elasticidade Rápida
Pool de Recursos	Medição de Serviços

## Cloud Computing e suas Aplicações

- O Cloud computing apresenta vários atrativos:
  - **Razões econômicas:**
    - Baixo investimento em infraestrutura;
    - Baixo custo, os clientes pagam apenas pelos recursos utilizados.
  - **Conveniência e desempenho:**
    - Desenvolvedores de aplicativos apreciam as vantagens do provisionamento imediato da infraestrutura:
      - Ficam livres para projetar a aplicação sem estar preocupados com o sistema onde a aplicação irá rodar.
    - Aplicações de **uso intensivo de CPU**, ou de **uso intensivo de dados** eventualmente podem ter seu tempo de execução reduzido por meio da paralelização.
      - Se uma aplicação puder particionar a carga de processamento **em  $n$  segmentos** e criar  **$n$  instâncias** dele mesmo, então o tempo de execução poderá ser reduzido por um fator próximo de  $n$ .
  - A nuvem também é benéfica aos provedores de ciclos de computação – ela geralmente leva a um melhor nível de utilização dos recursos.

## Cloud Computing e suas Aplicações

- **Aplicações ideais para processamento em nuvem:**
  - **Web Services;**
  - Serviços de **Banco de Dados;**
  - **Serviços baseados em Transações.** Os requisitos de recursos de serviços orientados à transação se beneficiam de um ambiente elástico, onde os recursos ficam disponíveis quando necessários e onde se paga somente pelos recursos que se consome.
- **Aplicações que usualmente não se adaptam bem à Nuvem:**
  - Aplicações com um **workflow complexo** e com múltiplas dependências, como é frequentemente o caso de aplicações tipo HPC (alto desempenho);
  - Aplicações que requerem **uso intensivo de comunicação** entre suas instâncias concorrentes;
  - Quando a **carga de processamento não consegue ser arbitrariamente particionada.**

## Desafios ao desenvolvimento de aplicativos para a Nuvem

- **Isolamento do Desempenho** – Fica quase impossível atingir num sistema real, especialmente quando o sistema encontra-se altamente carregado;
- **Confiabilidade** – Principal preocupação; falhas dos servidores são esperadas quando um grande numero de servidores participam do cálculos;
- **Flutuações na latência e largura de banda** da infraestrutura do Cloud que afetam o desempenho da aplicação;
- **Considerações de desempenho** limitam a quantidade de dados salvos no log; a habilidade de identificar a fonte de resultados inesperados e erros fica facilitada com logs frequentes.

## Software As A Service (SAAS)

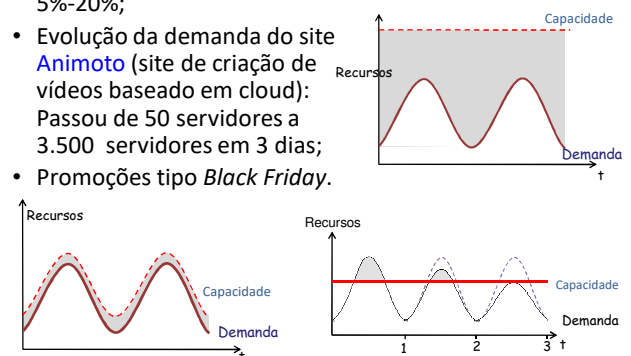
- A aplicação é utilizada como um **serviço sob demanda**, geralmente oferecido via Internet.
  - Exemplo: Google App (office online ).
- **Benefícios aos usuários:**
  - Redução de despesas: múltiplos computadores e múltiplos usuários;
  - Facilidade de uso: Facilidade de instalação e acesso de qualquer lugar.
- **Benefícios aos provedores:**
  - Facilidade de manutenção;
  - Controle de uso (não há possibilidade de utilização de cópias ilegais).

## Utility Computing – Benefícios aos Usuários

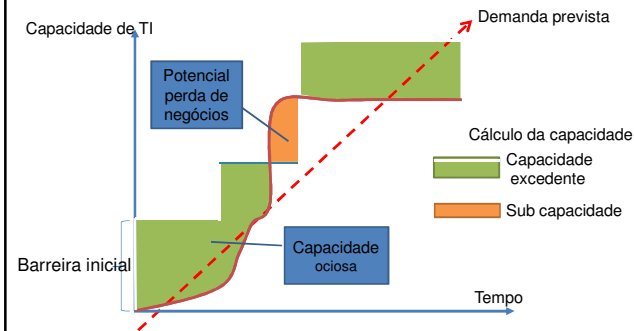
- Mitigação de riscos de sobre provisionamento ou sub provisionamento;
- Sem custos de servidores, possibilita investir em outros aspectos (marketing, tecnologia...);
- Menos manutenção & custo operacional;
- Economiza tempo, e tempo = dinheiro!
- **Em resumo: Redução de custos.**

## Utility Computing – Mitigação de Riscos

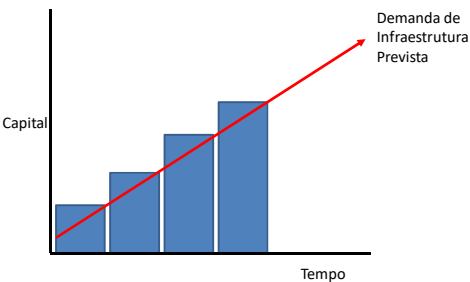
- Utilização típica de servidores: 5%-20%;
- Evolução da demanda do site **Animoto** (site de criação de vídeos baseado em cloud): Passou de 50 servidores a 3.500 servidores em 3 dias;
- Promoções tipo **Black Friday**.



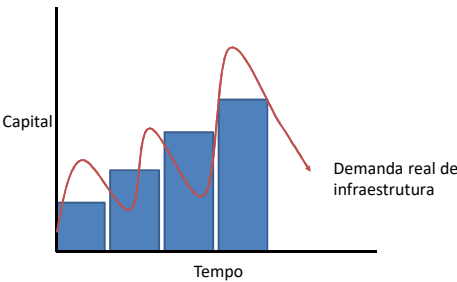
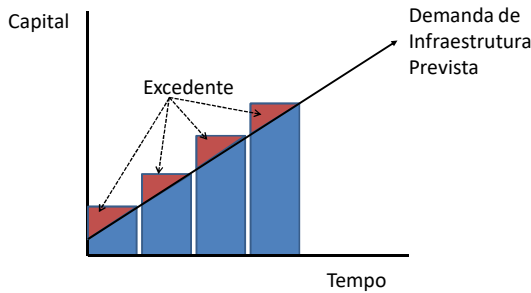
Gerenciamento da Demanda



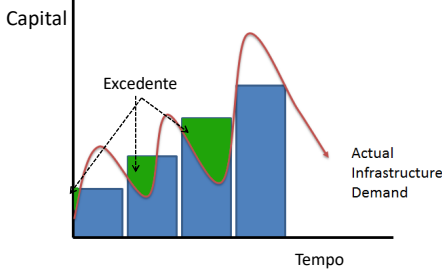
Modelo Tradicional de Infraestrutura



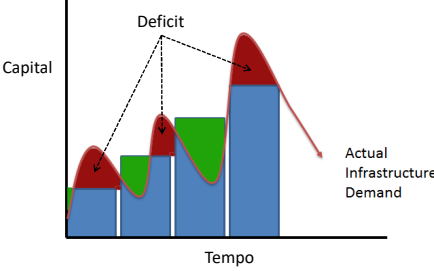
Excesso Aceitável



Excedente inaceitável

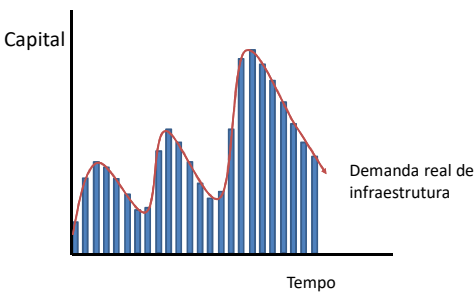


Deficit Inaceitável





Modelo de infraestrutura Ideal



Utility Computing – Benefícios aos Usuários

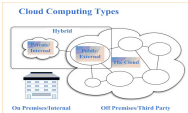
– Benefício da economia de escala!

Recurso	Custo para config. média	Custo para config. grande	Razão
Network	\$95 / Mbps / mês	\$13 / Mbps / mes	~7x
Storage	\$2.20 / GB / mês	\$0.40 / GB / mês	~6x
Administração	≈140 servidores/admin	>1000 servidores/admin	~7x

Para maiores detalhes visite: <https://aws.amazon.com/pt/s3/pricing/> ou <https://cloud.google.com/pricing/>

O que é uma Nuvem?

- Software e hardware para operar datacenters;
- **Nuvens Públicas:** nuvens utilizadas para prover **utility computing**:
  - Amazon EC2: Amazon datacenters, Xen, EC2 APIs e interface de administração;
  - Google AppEngine: Google data center, GFS, AppEngine APIs, interface de administração...
  - Microsoft Azure
  - Softwares de processamento Batch: MapReduce, Hadoop, Pig, Dryad.
- **Nuvens Privadas:** datacenters, não são disponíveis para locação;
- **Nuvens Acadêmicas**
  - Clouds protegidas.



Top 3 líderes de mercado

Esses três gigantes dominam cerca de 65% do marketshare global: <sup>1</sup>

Provedor	Destaques	Markets hare
<b>Amazon Web Services (AWS)</b>	Ampla gama de serviços, escalabilidade, segurança robusta, inovação contínua	~31%
<b>Microsoft Azure</b>	Integração com produtos Microsoft, soluções híbridas, foco corporativo	~24%
<b>Google Cloud Platform (GCP)</b>	Forte em dados, IA e machine learning, bom para startups e análise de dados	~10%



Outros fornecedores relevantes

Além dos líderes, há diversos provedores com ofertas especializadas:

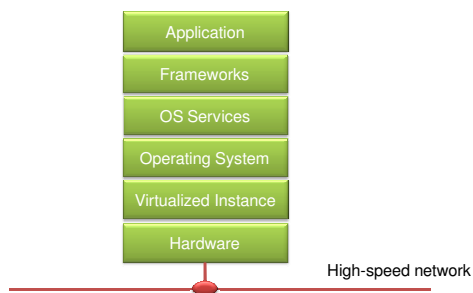
- **Oracle Cloud** – Foco em bancos de dados e aplicações empresariais
- **IBM Cloud** – Forte em soluções híbridas e inteligência artificial
- **Alibaba Cloud** – Líder na Ásia, com presença crescente global
- **Salesforce Cloud** – Especializado em CRM e SaaS
- **Kamatera** – Alta performance com servidores SSD e preços flexíveis <sup>2</sup>
- **DigitalOcean** – Popular entre desenvolvedores e startups
- **Cloudways** – Gerenciamento simplificado de servidores em nuvem
- **OVHCloud** – Forte presença na Europa, com foco em privacidade

O que há de novidade em Cloud Computing

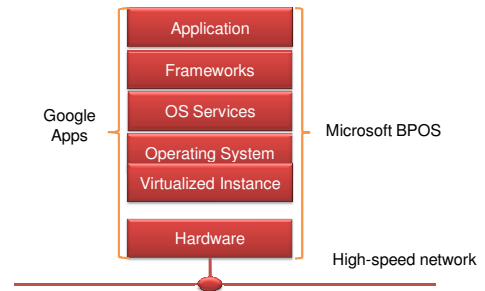
- Ilusão de recursos computacionais infinitos disponíveis sob demanda, eliminando portanto a necessidade dos usuários do Cloud Computing planejarem o provisionamento de recursos pensando no futuro;
- A **eliminação de uma projeção do crescimento** da utilização dos servidores pelos usuários do Cloud:
  - Permite que as companhias comecem pequenas e promovam um incremento dos recursos de hardware somente quando há um incremento nas suas necessidades;
- A possibilidade de pagar pelo uso dos recursos computacionais num curto prazo de tempo e na proporção em que foram consumidos (e.g., processadores por hora e espaço de storage por dia) e os liberar quando não são mais necessários,
  - Recompensa a liberação de máquinas e storage, quando não são mais úteis.



## The Stack (A pilha)

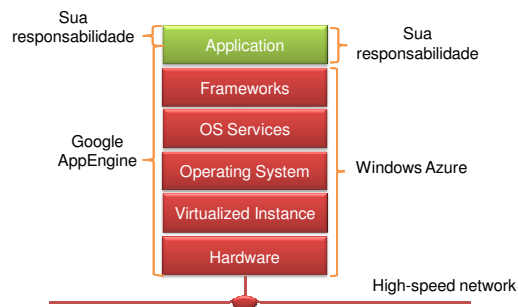


## Software as a Service (SaaS)



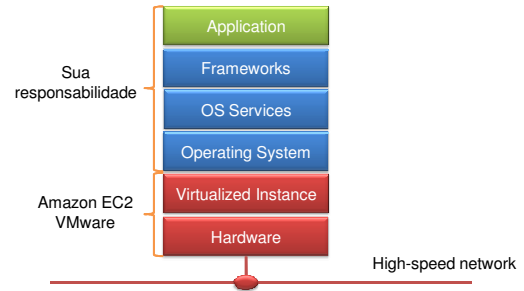
Principais exemplos de SaaS: Google Workspace (antigo GSuite), Dropbox, Salesforce, Cisco WebEx, SAP Concur, GoToMeeting

## Platform as a Service (PaaS)



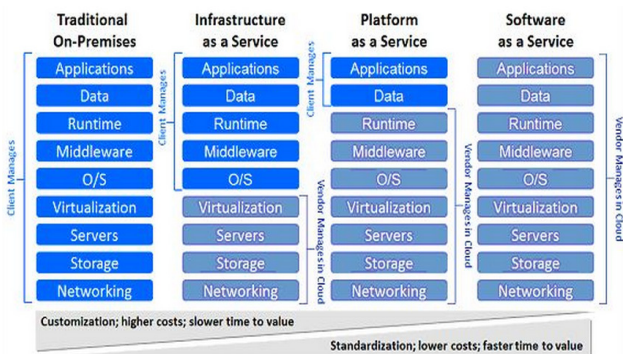
Principais exemplos de PaaS: AWS Elastic Beanstalk, Windows Azure, Heroku, Force.com, Google App Engine, OpenShift

## Infrastructure as a Service (IaaS)



Principais exemplos de IaaS: DigitalOcean, Linode, Rackspace, Amazon Web Services (AWS), Cisco Metacloud, Microsoft Azure, Google Compute Engine (GCE)

## Papel do Provedor e do Cliente da Nuvem



## Cloud Computing: Modelos

Software As A Service <b>SAAS</b>	Email CRM Office Apps
Platform As A Service <b>PAAS</b>	Application Servers Databases Middleware
Infrastructure As A Service <b>IAAS</b>	<b>Somente o Hardware (Sort of )</b>

Provedores

Software As A Service <b>SAAS</b>	Google (GMail) Salesforce Microsoft (Office Live)
Platform As A Service <b>PAAS</b>	Google App Engine Heroku / Engine Yard (Rails) Windows Azure (.NET)
Infrastructure As A Service <b>IAAS</b>	<b>Amazon AWS</b> <b>Rackspace</b> <b>GoGrid</b>

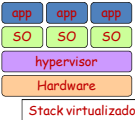
- Serviços do tipo "as-a-Service" muitas vezes são genericamente identificados pelo termo **XaaS**.

Características Básicas da Nuvem

- "**Elimina a necessidade de ter conhecimento**" dos detalhes subjacentes da infraestrutura, e interface das aplicações com a infraestrutura por meio de APIs;
- "**Flexibilidade e elasticidade**": Permite que estes sistemas para escalar para cima e para baixo conforme a necessidade
  - utilizando recursos de todos os tipos
    - CPU, armazenamento, capacidade do servidor, balanceamento de carga e bancos de dados.
- "**Pagar apenas pelo que for utilizado e somente quando necessário**": tal qual utilitário computacional e computação baseada em rede "**sempre disponível, em qualquer lugar, e em qualquer local**".

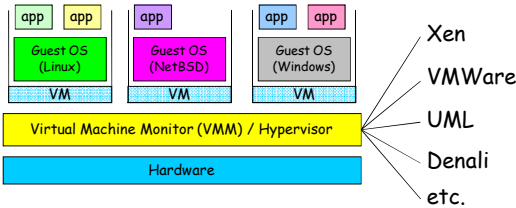
Virtualização

- Espaços de trabalho virtuais:**
  - Uma abstração de um ambiente de execução que pode ser disponibilizado de forma dinâmica para clientes autorizados, utilizando protocolos bem definidos;
  - Oferecem uma cota de recursos (por exemplo, CPU, quota de memória);
  - Configuração de software (por exemplo, SO, serviços prestados).
- Implementação através de máquinas virtuais (VMs):**
  - Abstração de uma máquina host física;
  - Um hypervisor intercepta e emula instruções de VMs e permite o gerenciamento das máquinas virtuais;
  - VMWare, Xen, Microsoft Hyper-V, Citrix, KVM, etc.;
  - Uma máquina física pode hospedar de 20 a 30 VMs;
- Fornecer API de infraestrutura:**
  - Plug-ins para hardware/ estruturas de apoio.



Máquinas Virtuais

- A tecnologia VM permite que várias máquinas virtuais rodem em uma única máquina física.



Desempenho: A para-virtualização (por ex. Xen) muitas vezes proporciona um desempenho muito próximo do físico real!

Oportunidades e Desafios

- Paralelamente, houve reação contra a computação em nuvem:
  - O uso de computação em nuvem significa depender de outros, e que isso poderia limitar a flexibilidade e inovação:
    - Esses provedores irão provavelmente se tornarem grandes empresas da Internet, tais como Google e IBM, que podem monopolizar o mercado;
    - Alguns argumentam que este uso de supercomputadores é um retorno ao tempo de computação por mainframe, o qual o PC foi uma reação contrária.
  - A segurança pode vir a ser um grande problema:
    - Ainda **não está claro o quão seguro é o outsource de dados**, e nem tampouco a quem pertence a propriedade dos dados.
  - Há também questões relacionadas com a política e acesso:
    - Se seus dados serão armazenados no estrangeiro, a qual política você está aderindo?
    - O que acontece se o servidor remoto sair do ar?
    - Como é que vai então, acessar os arquivos?
    - Houve casos de usuários que estão sendo bloqueados de acessar suas contas e perdendo o direito de acesso aos seus dados.

Vantagens de Cloud Computing

- Menores custos de Hardware:
  - Você não precisa de um computador de alta capacidade e de alto custo para executar aplicações baseadas na nuvem;
  - Como os aplicativos serão executados na nuvem, e não no PC desktop, o seu PC desktop não precisará de CPU poderosa ou do espaço em disco rígido que seria exigido pelo software desktop tradicional;
  - Quando você estiver usando aplicativos baseados em web, o seu PC poderá ser menos caro, com um disco rígido menor, menos memória, processador mais eficiente ...
  - Neste cenário, o seu PC nem sequer precisa de uma unidade de CD ou DVD, já que não haverá programas de computador para serem carregados e não haverá arquivos de documentos que precisem ser salvos.

## Vantagens de Cloud Computing

- **Performance melhorada:**
  - Com menos programas grandes ocupando memória do seu computador, você vai observar um melhor desempenho do PC;
  - Computadores em nuvem o fazem boot mais rapidamente e de modo geral são mais rápidos pois haverá uma menor quantidade de processos carregados na memória ...
- **Redução do custo de software:**
  - Em vez de comprar programas aplicativos caros, pode-se obter a maioria do que você precisa gratuitamente!
    - A maioria das aplicações de computação em nuvem, tais como a suite Google Docs, é gratuita.
  - Evita ter que pagar por software comercial semelhante
    - Que por si só pode ser uma justificativa para a mudança para o paradigma de aplicações em nuvem.

## Vantagens de Cloud Computing

- **Atualizações instantâneas de software:**
  - Outra vantagem para a computação em nuvem é que você não ter de escolher entre software obsoleto e os altos custos de atualização;
  - Quando o aplicativo é baseado na web, atualizações acontecem automaticamente
    - Estarão disponíveis na próxima vez que você entrar na nuvem.
  - Quando você acessa um aplicativo baseado na web, você tem a versão mais recente
    - Não há necessidade de pagar, ou fazer download, de uma atualização.
- **Melhoria de compatibilidade entre formatos de documento:**
  - Não há necessidade de se preocupar se os documentos criados em sua máquina estão compatíveis com os aplicativos ou sistemas operacionais de outros usuários;
  - Não haverá mais problemas de compatibilidade de formato quando todos usuários compartilham documentos e aplicativos pela nuvem.

## Vantagens de Cloud Computing

- **Capacidade de armazenamento ilimitada:**
  - A computação em nuvem oferece armazenamento praticamente ilimitada;
  - Os discos rígido de 1 TByte do seu computador são pequenos comparados com as centenas de Pbytes disponíveis na nuvem.
- **Aumento da confiabilidade de dados:**
  - A falha de um disco rígido pode destruir todos os dados do usuário de um desktop, ao contrário da computação em nuvem, em que essa falha não afeta o armazenamento de seus dados.
    - No caso do computador pessoal travar, todos os dados armazenados na nuvem continuam acessíveis
  - Em um mundo onde os usuários individuais de desktop PC tem de fazer o backup periódico de seus dados, a computação em nuvem é uma plataforma segura!

## Vantagens de Cloud Computing

- **Acesso universal aos documentos:**
  - Isso não é um problema com a computação em nuvem, porque ninguém poderá tomar os seus documentos de você.
  - Como eles ficam na nuvem, e você pode acessá-los sempre que você tiver um computador e uma conexão à Internet;
  - Os documentos estão disponíveis instantaneamente a partir de onde quer que esteja.
- **Disponibilidade de versão mais recente:**
  - Quando você editar um documento em casa, essa mesma versão editada é o que você verá quando for acessar o documento no trabalho;
  - A nuvem sempre hospeda a versão mais recente dos documentos
    - Desde que esteja conectado, não está em perigo de se obter uma versão desatualizada.

## Vantagens de Cloud Computing

- **Facilita a colaboração em grupo:**
  - O compartilhamento de documentos conduz a uma melhor colaboração;
  - Muitos usuários tem essa prática, tornando-a uma importante vantagem da computação em nuvem
    - Vários usuários podem colaborar facilmente em documentos e projetos.
- **Independência de dispositivo:**
  - O usuário não fica preso a um único computador, ou rede;
  - Alterações realizadas nos computadores, aplicativos ou nos documentos seguem o usuário através da nuvem;
  - Ao se mover para um dispositivo portátil, e suas aplicações e documentos ainda estarão disponíveis.

## Desvantagens de Cloud Computing

- **Requer uma conexão permanente com a Internet:**
  - A computação em nuvem é impossível caso não se possa conectar à Internet;
  - Como se necessita da Internet para se conectar tanto aos aplicativos quanto aos documentos, na falta de conexão à Internet não se pode acessar nada, até mesmo os seus próprios documentos;
  - Numa falha da conexão de Internet não há possibilidade de se realizar trabalho;
  - Da mesma forma em áreas onde as conexões de Internet são poucas, ou inerentemente pouco confiáveis, este poderia ser um aspecto impeditivo.

### Desvantagens de Cloud Computing

- **Não funciona bem com conexões de baixa velocidade:**
  - Da mesma forma, uma conexão de Internet de baixa velocidade, tal como a encontrada com serviços dial-up, faz com que a computação em nuvem se torne lento e muitas vezes impossível;
  - Aplicativos baseados na Web consomem uma grande quantidade de largura de banda para download, assim como os documentos de grande porte.
- **O recursos podem ser limitados:**
  - Esta situação está prestes a mudar, mas ainda muitas aplicações baseadas na web simplesmente não são ricas de recursos como os seus aplicativos baseados em desktop.
    - Por exemplo, você pode fazer muito mais com o MS PowerPoint que com o seu similar baseado em web, que é oferecido pelo Google Presentation

### Desvantagens de Cloud Computing

- **Pode ser lenta:**
  - Mesmo com uma conexão rápida, aplicações baseadas na web podem às vezes ser mais lentas do que o acesso a um programa de software similar, em seu PC desktop;
  - Tudo tem que ser enviado e/ou extraído da nuvem, desde a interface até o documento em uso;
  - Casos os servidores da nuvem estiverem em manutenção naquele momento, ou se a Internet está tendo um dia lento, você pode não conseguir o acesso instantâneo que você conseguiria em aplicações desktop similares.

### Desvantagens de Cloud Computing

- **Os dados armazenados podem não estar seguros:**
  - Com a computação em nuvem, todos os seus dados são armazenados na nuvem.
    - A questão é: quão seguro é a nuvem?
  - Usuários não autorizados podem conseguir acesso aos seus dados confidenciais?
- **Os dados armazenados podem ser perdidos:**
  - Teoricamente, os dados armazenados na nuvem estão seguros, pois estão replicados em várias máquinas;
  - Mas caso aconteça a perda ou corrupção dos dados, não se dispõe de backup físico, ou local.
    - Simplificando, confiar na nuvem pode colocar seus dados em risco, caso ela te deixar na mão.

### Desvantagens do Cloud Computing

- **Sistemas de HPC (High-performance computing ):**
  - Não está claro que você pode executar aplicações HPC de computação intensiva que usam MPI / OpenMPI;
  - O agendamento é importante com este tipo de aplicação
    - Como desejar que toda a VM seja alocada para minimizar a latência de comunicação!
- **Preocupações gerais:**
  - Cada sistema em nuvem utiliza diferentes protocolos e diferentes APIs
    - Pode não ser possível portar e executar aplicações entre sistemas diferentes baseados em nuvem
  - A Amazon criou seu próprio sistema de BD (que não segue o padrão SQL 92), e sistema de fluxo de trabalho (há muitos outros muitos sistemas de fluxo de trabalho populares )
    - Logo, suas aplicações normais terão de ser adaptadas para executar nessas plataformas.

### Desvantagens do Cloud Computing

- A infraestrutura, middleware e aplicações ainda são complexas para ajustar, utilizar e manter também na nuvem;
- Recursos dinâmicos da nuvem bem como cobrança e contabilidade são complexidade adicionais;
- Limitações de performance para aplicações devido à virtualização e hardware disponível (processadores, memória, storage, interconexão de rede);
- Preocupação quanto à segurança, outsourcing, internacionalização, **Service Level Agreements (SLAs)**, múltiplos inquilinos, padronização e potencial vendor lock-in
- Fornecedores de hardware e software bem como os departamentos devem se adaptar ao modelo de pagamento por uso e modelo de negócios self service .

### O Futuro

- Muitas das atividades são fracamente agrupadas sob a computação em nuvem já vem acontecendo, e a computação centralizada não é um fenômeno inteiramente novo;
- A computação em Grid foi a última abordagem centralizada;
- No entanto, existem preocupações de que a adoção generalizada da computação em nuvem poderá causar muitos problemas para os usuários;
- Tem aparecido muitos novos sistemas de código aberto que você pode instalar e executar em seu cluster local
  - Deve ser possível executar uma variedade de aplicações nesses sistemas.

## Novas Tendências

### Outros serviços em Cloud Computing (1/4)

#### 1. FaaS – Function as a Service

- Também conhecida como \*serverless computing\*;
- É um modelo de desenvolvimento em nuvem onde os desenvolvedores escrevem e implantam código sem precisar gerenciar servidores ou infraestrutura;
- Apesar do nome, os **servidores ainda existem** — mas são totalmente gerenciados pelo provedor de nuvem, ficando invisíveis para o desenvolvedor;
- Ideal para aplicações que exigem escalabilidade automática e eventos em tempo real.

#### 2. \*\*BaaS – Backend as a Service

- Foca em fornecer serviços de backend como autenticação, banco de dados, notificações push;
- Muito usado em desenvolvimento de apps móveis e web.

### Outros serviços em Cloud Computing (2/4)

#### 3. DaaS – Desktop as a Service

- Oferece ambientes de desktop virtual na nuvem;
- O desktop virtual inclui sistema operacional, aplicativos, arquivos e configurações do usuário;
- É hospedado em máquinas virtuais gerenciadas por um provedor de nuvem;
- O usuário acessa seu ambiente de trabalho como se estivesse em um computador físico, mas tudo é executado remotamente;
- Permite acesso remoto a sistemas operacionais e aplicativos como se estivesse em um PC local.

#### 4. DBaaS – Database as a Service

- Gerenciamento de bancos de dados na nuvem;
- Provedores cuidam de escalabilidade, backups, segurança e manutenção.

### Outros serviços em Cloud Computing (3/4)

#### 5. STaaS – Storage as a Service

- É um modelo em que empresas contratam espaço de armazenamento sob demanda de um provedor especializado, sem precisar investir em infraestrutura própria;
- Muito usado para backups, arquivos grandes e arquivamento.

#### 6. CaaS – Container as a Service

- Modelo de serviço em nuvem que permite aos desenvolvedores **criar, implantar, gerenciar e escalar aplicações baseadas em contêineres** de forma automatizada e eficiente;
- Contêineres são unidades leves e portáteis que empacotam uma aplicação com todas as suas dependências (bibliotecas, configurações, etc.), permitindo que ela rode de forma consistente em qualquer ambiente — seja local, na nuvem ou em sistemas híbridos;
- Facilita a implantação e escalabilidade de aplicações em ambientes isolados.

### Outros serviços em Cloud Computing (4/4)

#### 7. AlaaS – Artificial Intelligence as a Service

- Serviços de IA e machine learning sob demanda;
- Inclui APIs para reconhecimento de imagem, voz, análise preditiva, etc.

#### 8. SECaaS – Security as a Service

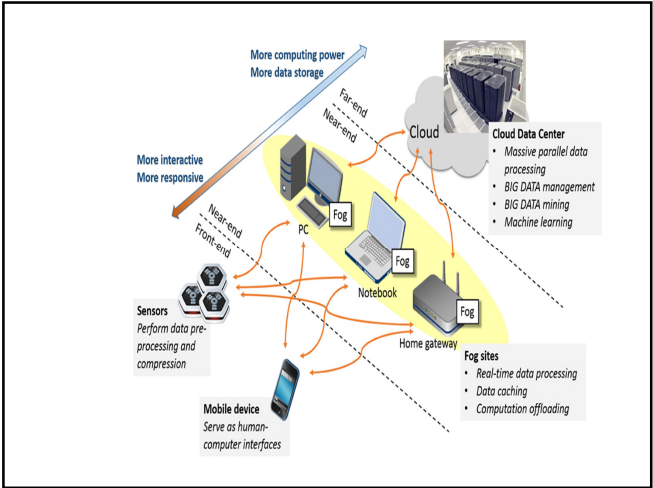
- Modelo de computação em nuvem em que empresas contratam **serviços de segurança cibernética de forma terceirizada**, geralmente por assinatura, sem precisar manter uma infraestrutura local complexa;
- Proporciona serviços de: Proteção contra malwares e vírus; Firewalls gerenciados; Sistemas de detecção e prevenção de intrusões (IDS/IPS); Autenticação multifator (MFA); Gerenciamento de identidade e acesso (IAM); Monitoramento contínuo de rede; Resposta a incidentes e análise forense

### O que é Edge computing ou computação de borda?

- **Edge computing** é um modelo no qual dados, processamento e aplicações estão concentrados em dispositivos na periferia da rede de comunicação ao invés de estar concentrado quase que inteiramente na nuvem (cloud);
- O termo "Edge Computing" foi introduzido pela Cisco Systems como um novo paradigma para **minimizar a transferência de dados** em redes em fio aos dispositivos distribuídos utilizados no paradigma da **Internet of Things (IoT)**;
- Em Edge Computing dispositivos **se comunicam através de arquitetura peer-to-peer (P2P)** para armazenar/compartilhar dados e tomar decisões locais de maneira eficiente.

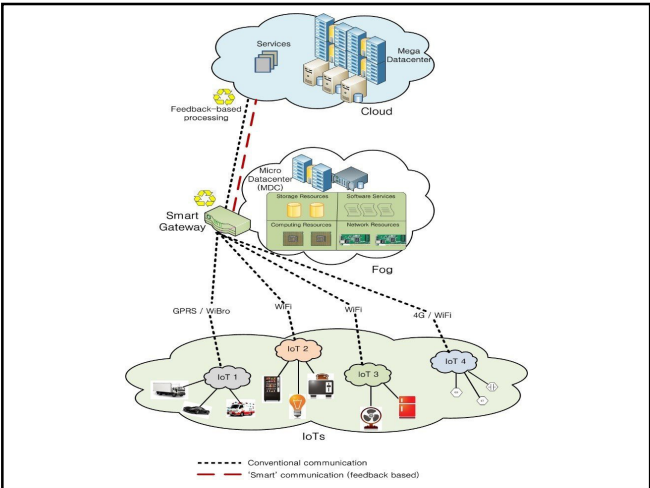
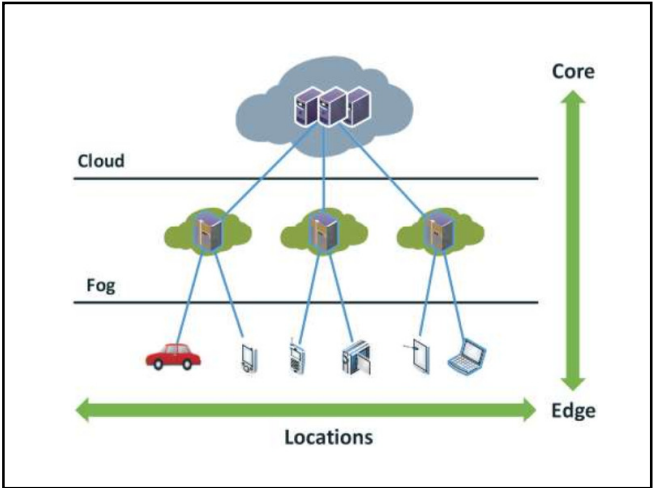
### Nuvem versus Edge

- A edge computing, ou computação de borda, é aquela na qual o processamento acontece no local físico (ou próximo) do usuário ou da fonte de dados;
- Com o processamento mais próximo, os usuários se beneficiam de serviços mais rápidos e confiáveis, enquanto as empresas usufruem da flexibilidade da [cloud computing híbrida](#);
- **Edge - Solução para as Limitações do Cloud:**
  - Redução do movimento de dados pela rede reduzindo o congestionamento de dados;
  - Eliminação de gargalos resultantes de sistemas de computacionais centralizados;
  - Maior segurança dos dados criptografados já que ele fica mais perto do usuário final.

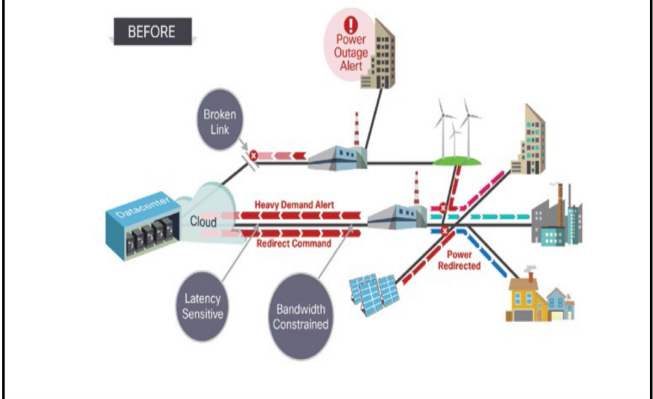


### Por que precisamos de Fog Computing ?

- O que é fog computing e qual a relação dela com a edge computing?
- Fog computing é a computação executada em locais físicos distribuídos, mais próxima dos usuários e das fontes de dados;
- Fog computing é um sinônimo de edge computing. Exceto pela nomenclatura, não existe diferença entre fog computing e edge computing;
- Fog computing foi desenvolvido para abordar aplicações e serviços que não se encaixam no paradigma da nuvem;
- O Fog computing mantém os dados exatamente no local onde o IoT os necessita;
- Os mecanismos existentes de proteção de dados no modelo Cloud Computing, tal como criptografia falhou em manter os dados seguros apesar das ameaças;
- Colabora para sanar as limitações da nuvem (alta latência, deficiências de segurança, largura de banda, etc.).

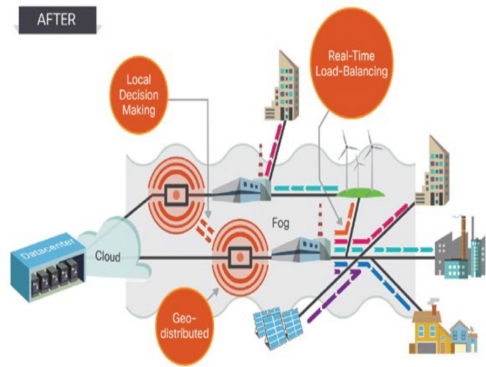


### Arquitetura da nuvem antes do advento da tecnologia Fog





Arquitetura de nuvem após a tecnologia Fog



Características da computação FOG

- **Localizada nas bordas, reconhecimento de local e baixa latência** : A computação fog proporciona melhor qualidade de serviços na borda da rede;
- **Distribuição geográfica**: Os serviços e aplicação objetiva do conceito fog é totalmente distribuída;
- **Apoio, suporte para a mobilidade**: Através do protocolo LISP os dispositivos fog proporcionam técnicas de mobilidade, como dissociar a identidade do host da identidade local;
- **Interações em tempo real**: Fog computing exige interações em tempo real para agilizar o serviço;
- **Heterogeneidade** : Nós fog podem ser instalados em uma ampla variedade de ambientes;
- **Interoperabilidade** : Componentes fog devem ser capazes de interagir, a fim de prover uma ampla gama de serviços, como o streaming.

CLOUD versus FOG

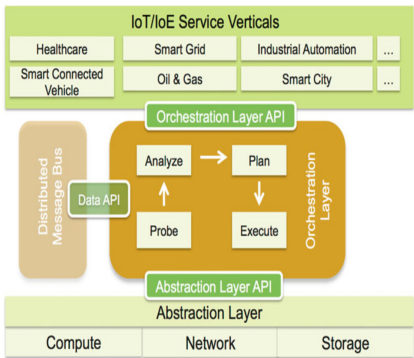
Requirement	Cloud computing	Fog computing
Latency	high	low
Delay jitter	High	Very low
Location of server nodes	With in internet	At the edge of local n/w
Distance between the client and server	Multiple hops	One hop
Security	Undefined	Can be defined
Attack on data enrouter	High probability	Very Less probability
Location awareness	No	Yes

Nuvem versus FOG

Requirement	Cloud computing	Fog computing
Geographical distribution	Centralized	Distributed
No. of server nodes	Few	Very large
Support for Mobility	Limited	Supported
Real time interactions	Supported	Supported
Type of last mile connectivity	Leased line	Wireless

Arquitetura da Tecnologia FOG

- O projeto da arquitetura fog ou os seus componentes chave da arquitetura fog são discutidas abaixo:
  - Recursos físicos heterogêneos;
  - Camada de abstração Fog;
  - Camada de orquestração de serviços Fog:
    - Software Agente de Foglet;
    - Base de dados distribuída;
    - Orquestração de serviços baseada em políticas.



Componentes da arquitetura Fog



