



## **ARQUITETURA DE CLOUD COMPUTING**

**CREDENCIADA JUNTO AO MEC PELA PORTARIA  
N 3.455 DO DIA 19/11/2003**

## SUMÁRIO

NOSSA HISTÓRIA .....	2
CLOUD COMPUTING .....	3
HISTÓRIA E DEFINIÇÃO DE CLOUD COMPUTING.....	3
Descrição e análise da situação atual .....	5
Virtualização .....	8
Tipos de Virtualização .....	9
Computação Utilitária .....	13
Camadas e modelos.....	14
Acordo de Nível de Serviço (SLA) .....	15
Tipos DE NUVENS .....	16
Arquitetura .....	20
FERRAMENTAS E TECNOLOGIAS .....	25
REFERENCIAS .....	31

## NOSSA HISTÓRIA

A nossa história inicia com a realização do sonho de um grupo de empresários, em atender à crescente demanda de alunos para cursos de Graduação e Pós-Graduação. Com isso foi criada a nossa instituição, como entidade oferecendo serviços educacionais em nível superior.

A instituição tem por objetivo formar diplomados nas diferentes áreas de conhecimento, aptos para a inserção em setores profissionais e para a participação no desenvolvimento da sociedade brasileira, e colaborar na sua formação contínua. Além de promover a divulgação de conhecimentos culturais, científicos e técnicos que constituem patrimônio da humanidade e comunicar o saber através do ensino, de publicação ou outras normas de comunicação.

A nossa missão é oferecer qualidade em conhecimento e cultura de forma confiável e eficiente para que o aluno tenha oportunidade de construir uma base profissional e ética. Dessa forma, conquistando o espaço de uma das instituições modelo no país na oferta de cursos, primando sempre pela inovação tecnológica, excelência no atendimento e valor do serviço oferecido.

## CLOUD COMPUTING

Na última década, os engenheiros da computação andam com a cabeça bem acima das montanhas. Eles agora vivem nas nuvens. “Cloud computing”, ou “computação em nuvem”, é o futuro. Todos os seus documentos, e arquivos irão estar virtualmente pairando sobre nós. Você acessa seus dados de qualquer computador, em qualquer lugar. E mais do que isso os programas também ficam nas nuvens.

Essa possibilidade de acesso remoto e armazenamentos de arquivos na rede estavam virando uma necessidade, graças à crescente digitalização de dados do mundo real. A proposta era de habilitar o acesso de grandes quantias de poder computacional em uma maneira totalmente virtualizada, para com isso criar uma ilusão da disponibilidade de recursos infinitos, acessáveis sob demanda e eliminando a necessidade de adquirir e provisionar recursos antecipadamente. Outra importante visão desta tecnologia era usar essa computação como serviço, o que hoje em dia é chamado de computação utilitária.

Computação utilitária é o modelo de negócio onde é feito um acordo sobre o uso do fornecimento dos recursos computacionais de datacenters, permitindo que as empresas usem os recursos na quantidade que forem necessários, aumentando e diminuindo a capacidade computacional de forma dinâmica (VOORSLUYS et al. 2011).

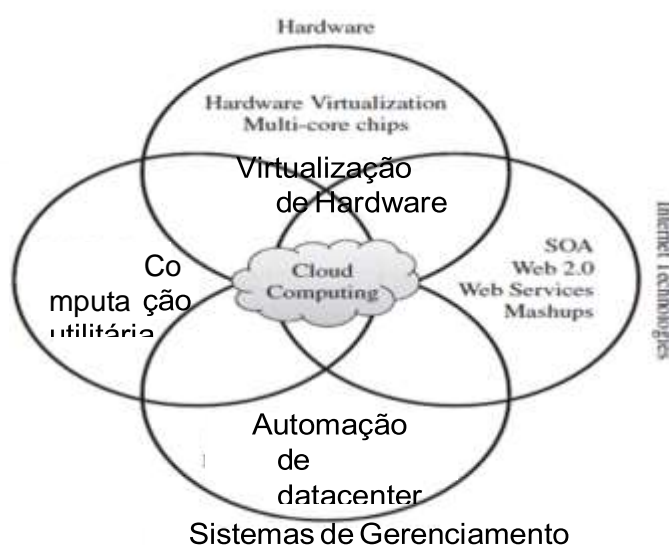
Se tudo acontecer como imaginam os engenheiros da computação, num futuro próximo os computadores poderão ser muito mais baratos e usarão programas oferecidos quase sempre de graça, pela Internet.

Como tudo seria guardado nas “nuvens” só precisaria ter um computador com acesso a Internet assim contribuindo com a inclusão digital da população mais pobre. “Computação em nuvem é um negócio estimado em 160 bilhões de dólares” (LYNCH, 2008). Quando a população criar consciência sobre as atividades desenvolvidas, este setor poderá cada vez mais incentivar a demanda e com isso crescer em todos os sentidos não só computacionalmente.

## HISTÓRIA E DEFINIÇÃO DE CLOUD COMPUTING

Como tudo seria guardado nas “nuvens” só precisaria ter um computador com acesso a Internet assim contribuindo com a inclusão digital da população mais pobre. “Computação em nuvem é um negócio estimado em 160 bilhões de dólares” (LYNCH, 2008). Quando a população criar consciência sobre as atividades desenvolvidas, este setor poderá cada vez mais incentivar a demanda e com isso crescer em todos os sentidos não só computacionalmente.

**Figura 01– Convergência de tecnologias**



Fonte : VOORSLUYSS, 2011

Com esses avanços em 2001 a Amazon modernizou seus data centers e implementou uma arquitetura em nuvem, e com resultados positivos começou a iniciar seu novo produto para providenciar computação em nuvem para os consumidores. Em 2005 foi criado o serviço Amazon EC2 (Elastic Compute Cloud), que usa a idéia de computação utilitária que cobrava por demanda.

Com isso após um ano a IBM, Google, AT&T, Microsoft e universidades pelo mundo começaram pesquisar e investir neste paradigma, surgindo várias ferramentas para criação de novos serviços.

No Brasil a realidade é que a computação em nuvem está em estágio inicial de adoção, mas os líderes de TI devem anteceder como ela poderá mudar a TI, as habilidades necessárias e as relações de negócio a fim de extrair todo o potencial oferecido pela nuvem. O Brasil já possui um sistema de computação em nuvem totalmente nacional, o PCiO, um sistema da MIPC informática, empresa brasileira

fundada em 2005 (SOUZA FILHO, 2009). O principal problema que a empresa encontra em relação a esse sistema é a resistência dos usuários, principalmente devido a questões relacionadas à segurança. Além disso, o serviço de Internet é muito inferior se comparado com os serviços de outros países, isso contribui também para que o sistema não seja muito difundido.

Segundo (Taurion, 2009) o termo Cloud Computing ou computação em nuvem surgiu em 2006 em uma palestra de Eric Schmidt, do Google, sobre como sua empresa gerenciava seus datacenters. É assim chamado, pois reflete a idéia que a computação não está ocorrendo no seu computador e sim nos datacenters, não sabendo-se o local exato.

A idéia da nuvem é utilizar recursos ociosos de computadores independentes, sem preocupação com localização física e sem investimentos em hardware. A computação em nuvem nada mais é que um termo para descrever um ambiente de computação baseado em uma imensa rede de servidores, sejam estes virtuais ou físicos. Uma definição simples seria a nuvem é um grande reservatório de recursos virtualizados que são acessíveis a todo o momento, sendo estes recursos como hardware, plataformas de desenvolvimentos e outros tipos de serviços. Esses recursos podem ser configurados e ajustados dinamicamente conforme desejado (VAQUERO et al. 2008).

Para os usuários utilizarem os serviços, necessitam apenas ter um computador com um sistema operacional com acesso a Internet, todos os recursos que iriam fazer os processamentos e armazenamentos de dados estarão disponíveis e sendo utilizados na “nuvem”.

## **DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL**

A “nuvem”, a grande promessa de ser o fator principal para a mudança da economia e do nosso cotidiano. A chave do futuro é saber utilizar com sabedoria toda a informação relacionada a esse assunto. No presente, estamos aprendendo como processar e armazenar, para poder disponibilizar da melhor maneira possível, você nem precisar estar com o seu computador ligado, a nuvem faz tudo isso pra você por meio de datacenters espalhados pelo mundo porém conectados entre si.



Mesmo sem saber, você pode estar nas nuvens, vários aplicativos e programas na Internet recorrem a serviços de processamento e armazenamento nas nuvens, como por exemplo o Gmail, ou as planilhas do Google Docs. Tendo esta idéia de que tudo está ao redor das nuvens e de que ela está em todo lugar, e seus arquivos podem ser acessados de qualquer lugar, não está preso ao seu computador. Consequência disso é que começa a tendência de que o seu computador não precisa de todos os recursos para fazer a grande parte das suas tarefas, ou seja, aparece os novos modelos de computadores como os netbooks, que são mais baratos e compactos, mais viável a essa nova realidade que tem o crescimento dos netbooks em relação aos notebooks, isso já no começo de 2009 como mostra a Figura 2

**Figura 02– Comparação entre Notebooks e Netbooks**

Category	Q2'08	Q1'09	Q2'09
Mini-Note	5.6%	17.8%	22.2%
Notebook PC	94.4%	82.2%	77.8%

Fonte: DisplaySearch, 2009

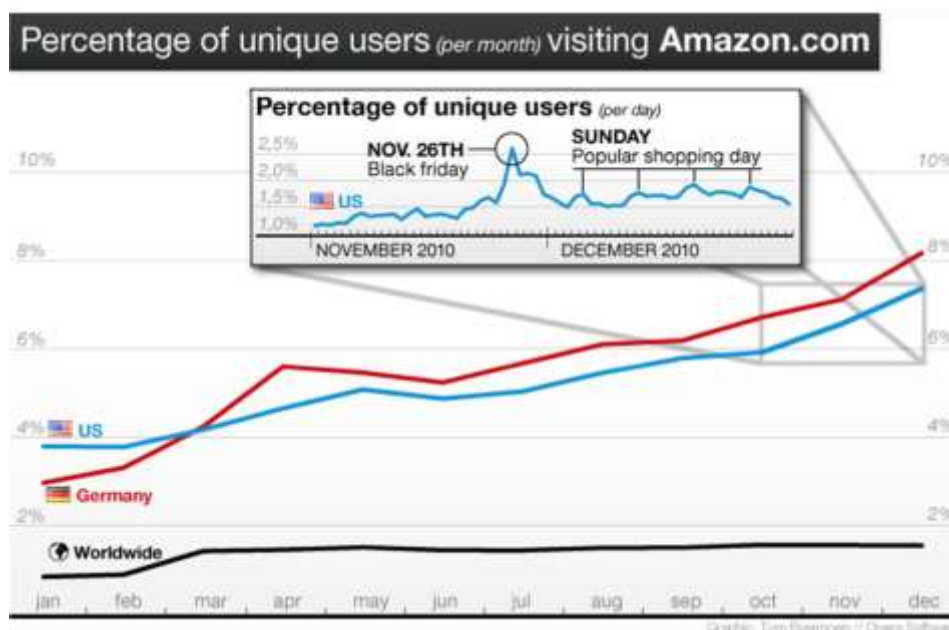
Este conceito de trabalhar na grande nuvem fazendo com que os preços dos computadores sejam reduzidos gera também outras consequências como mais pessoas tendo acesso aos diversos produtos oferecidos pelas empresas, e assim firmando a frase de Ray Ozzie, substituto de Bill Gates no desenvolvimento de software da Microsoft que diz: “A era da nuvem já começou. Terá um impacto revolucionário na maneira como as pessoas lidam com a tecnologia e vai determinar a história da computação nos próximos cinquenta anos”.

A base da computação em nuvem são os datacenters, imensos aglomerados de computadores conectados a rede, alguns data centers são milhares de servidores enfileirados em longos corredores. Este conceito já é comum em algumas empresas como Google, Amazon, Microsoft, que mantêm vários parques computacionais com milhares de máquinas. Por exemplo, a Google que tem vários data centers espalhados pelo mundo, sua infraestrutura é chamada de Googleplex, compreende de mais de 200 petabytes de disco e cerca de 500 mil servidores. Antes de a Google ter esses imensos parques computacionais a Google e Amazon tinham algumas infraestruturas com data centers apenas para operar seus próprios negócios, pois

servidores em salas frias já existem desde a década de 60, só que na época redistribuir as funções entre os grupos de máquinas era caro e trabalhoso. Por essa razão 80% da capacidade de processamento não era utilizada em certos períodos. A tecnologia que transformou esses parques de computadores em nuvem foi a virtualização.

Graças a este gerenciamento de poder de processamento e armazenamento sob demanda que a Amazon definiu o seu serviço de nuvem EC2(Elastic Compute Cloud) que “aumenta e diminui” conforme a necessidade. Um exemplo do como isso é necessário no dia a dia é um site de compras online na semana do Natal, o que acontece é que o acesso ao site aumenta significativamente seu número de acessos, e para suportar isso são precisos recursos computacionais como mostra a figura 3. Só que o problema todo é que se você comprar todo esse recurso para apenas suportar uma semana em um ano inteiro você estará jogando dinheiro fora, pois gastou muito dinheiro apenas para uma semana.

**Figura 03– Porcentagem de usuários que visitam o site Amazon por mês em 2010**



Fonte: Tetzchner, 2010

Por isso essa computação elástica encaixou tão bem com a realidade na qual estamos, com ela é possível no exemplo dado pagar por mais recurso apenas na semana do Natal e com isso as empresas não precisarão mais gastar fortunas para



montar estruturas de tecnologia que tendem a ficarem desatualizadas rapidamente. Elas usarão a estrutura oferecida pelas grandes empresas que oferecem serviços de nuvem.

Isso que não estamos falando de um dos pontos cruciais, que é o caso de economia de energia. Esta idéia é chamada de Green Cloud Computing, que é em todas as aplicações computacionais ter o mínimo de desperdício energético. Como sabemos para manter estes datacenters é necessário um ambiente asséptico, a temperatura tem que ser mantida a 21 graus, ou seja, quanto mais data centers e aumento de recursos, mais energia terá que ser gasta para mantê-las.

Green cloud computing é um assunto que já está sendo muito pesquisado e muito visado pois é uma questão que está atingindo um futuro bem próximo.

As principais características da computação em nuvem são os motivos por que ela será revolucionária para os negócios, que segundo (TAURION, 2009) consiste em:

- Eliminar a necessidade de adquirir recursos antecipadamente.
- Criar uma ilusão de disponibilidade de recursos infinitos, acessáveis sob demanda.
- Oferecer elasticidade, permitindo que as empresas usem os recursos na quantidade que forem necessários, aumentando e diminuindo a capacidade de processar de forma dinâmica.
- Oferecer serviços em nuvem e o pagamento ser feito pela quantidade de recursos utilizados

## **VIRTUALIZAÇÃO**

Uma das principais tecnologias que permitiu a computação em nuvem é a virtualização, que é a capacidade de fornecer uma abstração dos recursos de computação. Hoje em dia as plataformas de infraestrutura são predominantemente de dois tipos, que são os ambientes totalmente virtualizados ou para-virtualizados (CHANTRY 2009).

Essa é uma tecnologia que não é exatamente recente, ela já é usada nos mainframes desde a década de 1970. A virtualização de servidores proporciona redução nos custos de aquisição dos servidores físicos, facilita a administração, diminui os recursos de infraestrutura necessários para hospedar os servidores e o consumo de energia.

Há outras variações para a virtualização, porém esses 2 tipos são os mais comuns e usados na computação em nuvem.

## TIPOS DE VIRTUALIZAÇÃO

- **Emulação** – Neste tipo de virtualização, o ambiente virtual emula uma arquitetura de hardware exigida de outro sistema operacional. Um dos casos comuns em que você encontra o hardware emulado é com dispositivos móveis. Os desenvolvedores de aplicativos usam um ambiente emulado para testar os aplicativos que são projetados para rodar em smartphones ou PDAs (CHANTRY 2009).

**Figura 04- Arquitetura de emulação**



Fonte: CHANTRY 2009

**Prós:** Simula um ambiente de hardware, que é completamente diferente do hardware subjacente. Um exemplo disto seria um dispositivo móvel, como um smartphone emulado em um computador.

**Contras:** Péssimo desempenho e alto uso de recursos.

- **Virtualização Total** - Na virtualização completa, uma imagem completa de outro sistema operacional é feita e executado dentro de um ambiente virtualizado. A diferença entre a virtualização completa e emulação é que todos os convidados virtuais executam na mesma arquitetura de hardware. Todos os clientes suportam o mesmo hardware, o que permite que o cliente execute várias instruções diretamente no hardware, assim, proporcionando melhor desempenho (CHANTRY 2009).

**Figura 05- Arquitetura de virtualização total**



Fonte: CHANTRY 2009

**Prós:** A capacidade de executar várias versões do sistema operacional de múltiplos fornecedores como Microsoft, Linux, UNIX.

**Contras:** Imagens virtualizadas são instalações completas do sistema operacional e podem ser arquivos extremamente grandes. Com operações de entrada e saída em uma aplicações com grande intensidade, o desempenho pode ter quedas significativas.

- **Para-Virtualização** - Na paravirtualização, o hypervisor exporta uma cópia modificada do hardware. A camada de exportação tem a mesma arquitetura que o hardware do servidor. Assim tendo um ótimo desempenho pois se utiliza de drivers reais.(CHANTRY 2009)

**Figura 06- Arquitetura de para-virtualização**



Fonte: CHANTRY 2009

**Prós:** Leve e rápido. Os tamanhos das imagens são significativamente menores, e o desempenho pode chegar a velocidades próximas da original. Permite a virtualização das arquiteturas que normalmente não suportam a virtualização completa.

**Contras:** Requer modificações para o sistema operacional cliente.

- **Virtualização em nível de sistema operacional** - Na virtualização do sistema operacional, não há nenhuma máquina virtual, a virtualização é feita completamente dentro de um único sistema operacional. Os sistemas de hóspedes compartilham características comuns e drivers do sistema operacional subjacente, porém são tratados como computadores completamente distintos. Cada instância hóspede terá o seu próprio sistema de arquivo, IP e configuração do servidor, e executam aplicações completamente diferentes. (CHANTRY 2009)

**Figura 07- Arquitetura de virtualização em nível de sistema operacional**



Fonte: CHANTRY 2009

**Prós:** Rápido, leve e eficiente, com a capacidade de suportar um grande número de instâncias virtuais.

**Contras:** Todas as instâncias virtuais devem suportar o mesmo sistema operacional.

- **Virtualização da aplicação** - A virtualização de aplicação, como qualquer outro tipo de virtualização, exige uma camada de virtualização. A aplicação é completamente abstraída da plataforma física e interage apenas com a camada de virtualização, isso permite que aplicativos que são incompatíveis uns com os outros executem lado a lado (CHANTRY 2009).

**Figura 08- Arquitetura de virtualização em nível de sistema operacional aplicação**





Fonte: CHANTRY 2009

**Prós:** Melhora a portabilidade de aplicações, permitindo que funcionem em diferentes ambientes operacionais. Permite que aplicativos incompatíveis executem lado a lado.

**Contras:** Nem todos os softwares podem ser virtualizados, por isso não é uma solução completa.

## COMPUTAÇÃO UTILITÁRIA

Segundo (CHANTRY, 2009) a computação utilitária refere-se a utilização de recursos computacionais como, armazenamento, infraestrutura de serviços, processamento, da mesma forma que você usaria eletricidade ou água, ou seja, como um serviço fornecido no qual você só paga pelo que usa. Este serviço pode eliminar a necessidade de comprar, executar e manter hardware, servidores e plataformas de aplicativos.

Em ambientes de computação utilitária, os usuários atribuem um valor de utilidade a sua respectiva tarefa, onde a utilidade é uma avaliação fixa ou variável no tempo que capta várias restrições de qualidade de serviço. O valor é a quantidade que o usuário está disposto a pagar a um provedor de serviços para satisfazer suas demandas. Os prestadores de serviço em seguida, tentam maximizar sua própria utilidade, pois o lucro está diretamente relacionado com o tipo de serviço oferecido (VOORSLUYS, 2011).

Tradicionalmente, para tratar picos de carga, as organizações muitas vezes projetavam os data centers com poder de processamento suficiente para gerencia-lo, o que significa que para a maioria do tempo os data centers não foram totalmente utilizados. Ao utilizar nuvem, uma organização pode construir um centro de dados com as especificações que permitirá à entidade executar todas as cargas de trabalho normal do dia a dia dentro de seu ambiente e, em seguida, usar provedores de cloud computing para fornecer recursos adicionais para gerenciar cargas de pico.

Computação utilitária é freqüentemente associada a algum tipo de plataforma de virtualização que permite que uma quantidade quase infinita de armazenamento e processamento possa ser disponibilizado para as plataformas de usuários por meio

de datacenters. A evolução da computação em nuvem é agora expandir a definição de computação utilitária para incluir serviços além dos de infraestrutura. (CHANTRY, 2009)

## CAMADAS E MODELOS

Os modelos de computação em nuvem são divididos em três camadas, de acordo com o nível de abstração da capacidade fornecida e do modelo de serviço dos prestadores: IaaS (infraestrutura como serviço), PaaS (plataforma como serviço), e SaaS (software como um serviço). A figura 09 mostra esta organização (VOORSLUYS et al. 2011).

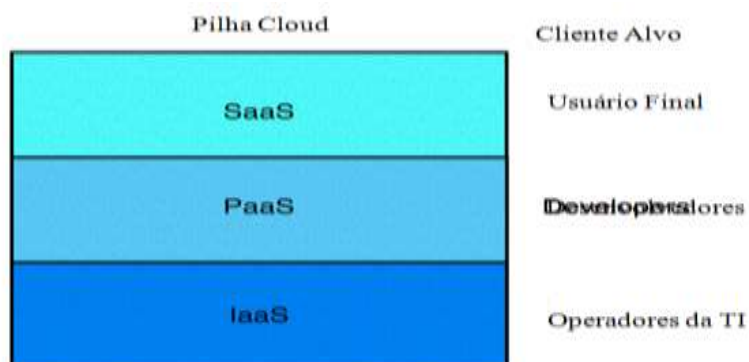
- **Infraestrutura como serviço (IaaS):** Nesse cenário o serviço possui uma infraestrutura de hardware, que é responsável pelo processamento e armazenamento de dados. Nessa infraestrutura é presente a tecnologia de virtualização. O princípio básico da virtualização é o compartilhamento da mesma máquina física por diferentes máquinas virtuais. Pode-se oferecer essas máquinas virtuais para diversos clientes, dividindo seus recursos de máquina entre eles. Esses clientes utilizam esses recursos virtualizados para oferecer seus serviços. Por exemplo, é oferecida para o cliente uma máquina virtual com um sistema operacional instalado e o cliente irá usá-la para executar as suas aplicações (VAQUERO et al. 2008).

- **Plataforma como serviço (PaaS):** Uma plataforma de nuvem é a capacidade de construir, testar, implementar, executar e gerenciar aplicativos na nuvem. Plataformas de Cloud oferecem alternativas a essas ações, por exemplo, a experiência de construir pode ser apenas online ou apenas off-line, ou uma combinação dos dois (CHANTRY, 2009). Temos como exemplo Google AppEngine, uma de plataforma como serviço, oferece um ambiente escalável para o desenvolvimento e hospedagem de aplicações Web.

- **Software como serviço (SaaS):** Neste modelo o objetivo é permitir ao cliente a execução de determinadas aplicações na Nuvem, em alternativa à execução local dessas aplicações, que em alguns casos necessita de recursos de alto valor. Assim, esse tipo de serviço possui um nível de abstração acima do PaaS,

oferecendo ao cliente apenas o uso da aplicação (VAQUERO et al. 2008). Por exemplo, pode ser oferecido ao cliente um editor de texto, como o Google Docs.

**Figura 09- Modelos de Serviço**



Fonte: Randybias, 2009

Os modelos só funcionam se tudo for compatível com acordos de nível de serviço (Service Level Agreement – SLA) definidos com os clientes.

## ACORDO DE NÍVEL DE SERVIÇO (SLA)

O acordo de nível de serviço (SLAs) é oferecidos por Prestadores de IaaS para expressar seu compromisso com a entrega de uma qualidade de serviço (QoS) determinada. Para os clientes isto serve como uma garantia. Um SLA geralmente inclui a garantia de disponibilidade e desempenho. Além disso, medidas devem ser acordadas por todas as partes, bem como as penalidades pela violação ou não cumprimento dessas expectativas.

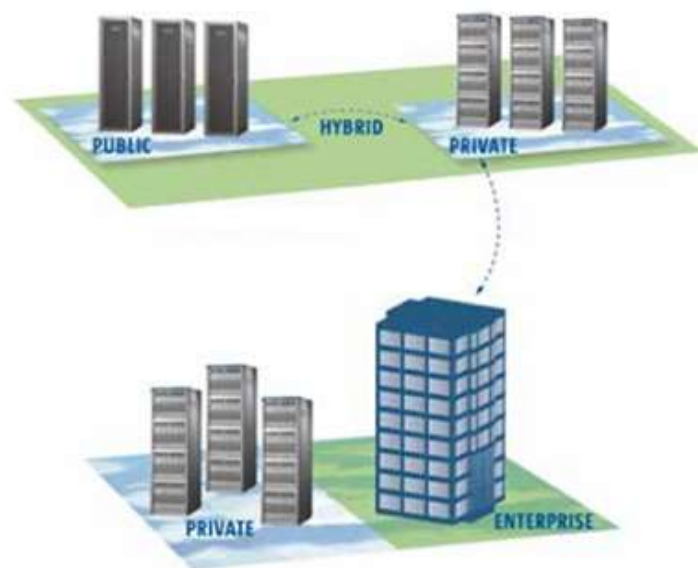
A maioria dos provedores IaaS concentram seus termos de SLA na garantia de disponibilidade, especificando o percentual mínimo de tempo que o sistema estará disponível durante um determinado período. Por exemplo, a Amazon EC2 diz que "se o tempo de funcionamento anual para um cliente cai abaixo de 99,95% para o ano de serviço, o cliente é elegível a receber um crédito de serviço equivalente a 10% do valor acertado pelo serviço (VOORSLUYS et al. 2011). SLA é essencial para o controle dos serviços prestados, assim assegurando em ambas as partes a garantia do serviço

## TIPOS DE NUVENS

As nuvens podem ser classificadas em três tipos básicos: públicas, privadas, comunitárias e híbridas. A escolha entre elas depende das necessidades das aplicações. Abaixo, esses tipos de nuvem são descritos (DIKAIAKOS et al. 2009)(SUN, 2009).

- **Nuvem Privada:** A infraestrutura de nuvem é operada exclusivamente em uma organização ou empresa. Pode ser gerenciado pela empresa ou por um terceiro e pode existir no local ou fora do local. (NIST, 2011), a nuvem privada não consiste em vender serviço mas prover um serviço melhor em nuvem para sua empresa, sem ter os riscos e problemas de segurança caso estivesse usando uma nuvem pública.
- **Nuvem Pública:** A nuvem pública é fornecida por um prestador de serviços para o público geral usando como base a computação utilitária que tem o modelo de consumo pay-per-use. Os recursos da nuvem são geralmente hospedados nas instalações do prestador de serviços, mas estes data centers podem estar em qualquer lugar do mundo. Exemplo de nuvens públicas são Amazon (EC2), Google gmail, e Azure da Microsoft (MOHAN, 2011).
- **Nuvem Comunitária:** A infraestrutura da nuvem é compartilhada por várias empresas e suporta uma determinada comunidade que visam o mesmo objetivo ou meta como, por exemplo, a missão, os requisitos de segurança, a política, entre outros. Pode ser gerenciado pela empresa ou por um terceiro e pode existir no local ou fora do local (NIST, 2011).
- **Nuvem Híbrida:** A nuvem híbrida é a composição de duas ou mais nuvens (privada, comunitária, ou pública) que permanecem entidades únicas, mas estão unidas por tecnologia padronizada que permite a portabilidade de dados e de aplicativos (MOHAN, 2011).

**Figura 10- Nuvem Híbrida**



Fonte: SUN 2009

É válido destacar que as nuvens híbridas introduzem a complexidade de determinar a maneira como as aplicações são distribuídas entre nuvens públicas e privadas para obter as vantagens dos dois tipos de nuvem.

### Prós e Contras

Como todo paradigma, a computação em nuvem tem suas vantagens e desvantagens. As principais vantagens são:

- **Elasticidade rápida:** A computação em nuvem dá a ilusão de infinitos recursos computacionais disponíveis sob demanda. Portanto, os usuários esperam que a nuvem forneça rapidamente os recursos em qualquer quantidade a qualquer momento. Em particular, espera-se que os recursos adicionais possam ser fornecidos automaticamente, quando uma carga de aplicativos aumenta e também tenham seus recursos liberado quando diminui a carga (VOORSLUYS, 2011).
- **Serviço Medido:** Sistemas de cloud automaticamente controlam e otimizam a utilização dos recursos, alavancando a capacidade de medição em algum nível de abstração adequado para o tipo de serviço como por exemplo, armazenamento, processamento, banda, entre outros. Uso de recursos pode ser monitorado, controlado e relatado proporcionando transparência para o fornecedor e o consumidor do serviço utilizado (NIST, 2011).



- **Disponibilidade e acesso em qualquer lugar a qualquer hora:** Com os benefícios da internet, a mobilidade torna-se uma excelente característica nessa nova tecnologia. Como os dados agora estão na Nuvem, eles podem ser acessados de qualquer computador que tenha acesso à Internet, e em qualquer lugar.

- **Economia:** O modelo pay per use tende a baratear, pois só é gasto o que realmente é usado. Também podem ser considerados os casos onde não é mais necessário pagar por uma licença definitiva de um determinado programa, já que em alguns casos é mais viável a tarifação do uso específico do software.

As principais desvantagens são:

- **Confiabilidade:** Um sistema é dito confiável se ele não falha com frequência e, mais importante, se ele não perde os dados ao falhar (SUN, 2011). As aplicações desenvolvidas para a computação em nuvem devem ser confiáveis, ou seja, elas devem possuir uma arquitetura que permita que os dados permaneçam intactos mesmo que haja falhas ou erros em um ou mais servidores ou máquinas virtuais sobre os quais essas aplicações estão sendo utilizadas. Isto também é um assunto que tem que ser definido na SLA, pois caso ocorra uma falha, uma penalidade deve estar descrita no acordo. O problema não é qual a penalidade a ser aplicada e sim que os dados não podem de jeito algum ser perdidos. Essa característica está associada à realização de cópias de segurança dos dados. O armazenamento dessas cópias deve ser feito em local seguro para que, caso haja alguma falha nas aplicações e elas percam os dados, estes, ou pelo menos uma parte deles, possam ser recuperados.

- **Segurança:** O grande e maior problema da computação em nuvem é a segurança. Este problema está mais aplicado na implementação de uma nuvem pública, que no caso os datacenters armazenam as informações que os usuários tradicionalmente armazenariam em seus próprios computadores, ou seja, esses usuários desconhecem tanto a localização exata de seus dados quanto a fonte dos dados que estão armazenados junto aos deles (KAUFMAN, 2009). Assim, a proteção da privacidade dos usuários e a integridade das informações devem ser consideradas pelos prestadores de infraestrutura e de serviços.

- **Padrões:** Paradigma novo, em seu estado atual temos alguns padrões porém nada muito sólido, dificultando troca de provedores ou de recursos por outras nuvens.

- **Interoperabilidade:** A interoperabilidade diz respeito à capacidade dos usuários de executar os seus programas e os seus dados em diferentes nuvens e plataformas. Isso permite, por exemplo, que as aplicações não fiquem restritas a somente uma nuvem. Essa é uma característica amplamente desejável no ambiente da computação em nuvem. Ultimamente, muitas aplicações têm sido desenvolvidas considerando esse fator. Porém, ainda há a necessidade da implementação de padrões e interfaces para que essa portabilidade seja possível (DIKAIAKOS et al. 2009).

## **Segurança**

Segurança, uma palavra crítica em computação em nuvem, de acordo com a figura 11, segurança é o maior problema da migração para as nuvens.

Levar a informação e torná-la segura de modo que somente você ou determinadas pessoas possam ter acesso, obviamente não é um conceito novo. No mundo real, mesmo a informação guardada a sete chaves está sujeito a roubo e é certamente susceptível de utilização acidental ou mal intencionada. No mundo digital, essa analogia de proteção a sete chaves pode ser vista como a informação estando criptografada.

Mas mesmo a nossa tentativa de proteger a informação digital tem-se revelado não eficaz, devido às limitações inerentes proteger uma informação criptografada, e não no conteúdo dessa informação. Esta limitação se tornou mais evidente à medida que entramos na era da computação em nuvem, onde a informação tem muito mais dinamismo ao invés da informação que é estática em um computador pessoal ou em uma pasta de rede, por isso agora nós precisamos começar a pensar em uma nova maneira de proteger informações (SUSAN MORROW, 2011).

Segundo (DIKAIAKOS et al. 2009), na computação em nuvem, os data centers contêm informações que os que mais tradicionalmente os usuário teriam armazenados em seus computadores. Isto gera uma preocupação para o usuário em questão da proteção de privacidade, pois agora os dados estão sendo armazenado

por terceiros. Além disso, a mudança para serviços centralizados podem afetar a privacidade e a segurança em questão das interações dos usuários.

As ameaças de segurança podem acontecer no provisionamento de recursos e durante a execução de aplicativos distribuídos. Por exemplo, os hackers podem utilizar a infraestrutura virtualizada como um lançamento para novos ataques. Serviços de nuvem devem preservar a integridade dos dados e a privacidade do usuário e ao mesmo tempo, devem aumentar a interoperabilidade entre vários prestadores de serviços em nuvem.

## ARQUITETURA

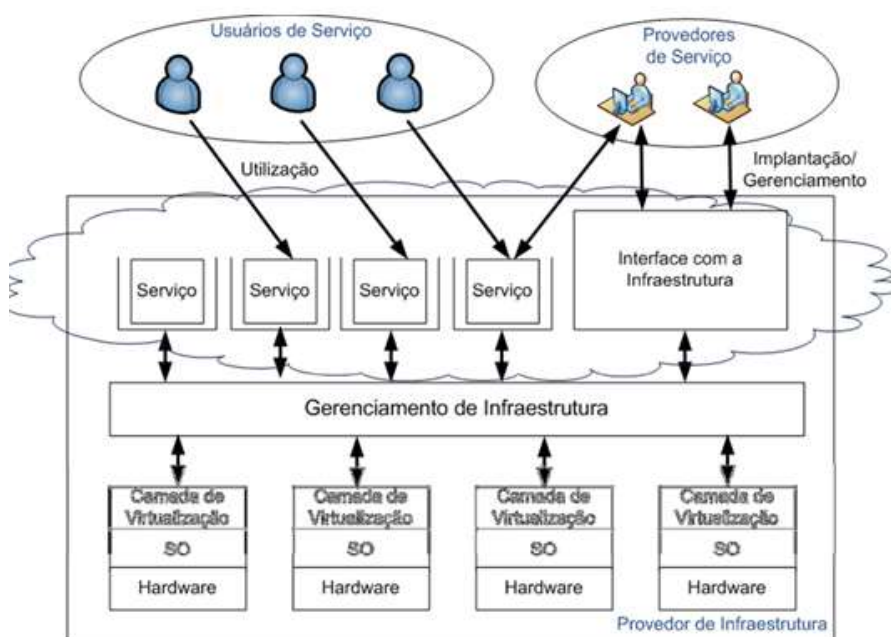
Assim como diversas questões sobre computação em nuvem, ainda não existe uma definição única de arquitetura ideal para esse tipo de tecnologia (NURMI et al. 2009). Em uma arquitetura de computação em nuvem, diversos usuários compartilham recursos de um mesmo provedor. Para haver redução de custos e manter todos os serviços funcionando, um provedor deve alocar os recursos de seu datacenters para cada cliente de forma eficiente. Em (BUYYA et al. 2009) é definida uma arquitetura de computação em nuvem orientada a mercado, isto é, que suporte alocação de recursos do provedor baseado na necessidade ou no contrato com cada cliente.

De acordo com (BUYYA et al. 2009), um gerenciamento de recursos orientado a mercado é necessário para regular a oferta e a demanda dos recursos da Nuvem com objetivo de atingir equilíbrio de mercado, ou seja, é necessário regular a oferta para que ela seja igual à demanda, assim tanto os provedores quanto os clientes beneficiar-se-ão em termos de redução de custos promovida pela diferenciação de serviços.

Antes de mostrar alguns exemplos de arquitetura, vamos mostrar alguns elementos da arquitetura, segundo (VAQUERO, 2009). A computação em nuvem é composta por três atores principais: os prestadores de serviços, os usuários dos serviços, e os prestadores de infraestrutura. Os prestadores de serviços são aqueles que desenvolvem e deixam os serviços acessíveis aos usuários. Esses serviços, por

sua vez, necessitam de recursos, de uma infraestrutura, sobre a qual estará instalada, essa infraestrutura é fornecida como um serviço pelos prestadores de infraestrutura, esta relação é mostrada na figura 12.

**Figura 11- Arquitetura adaptada de computação em nuvem**



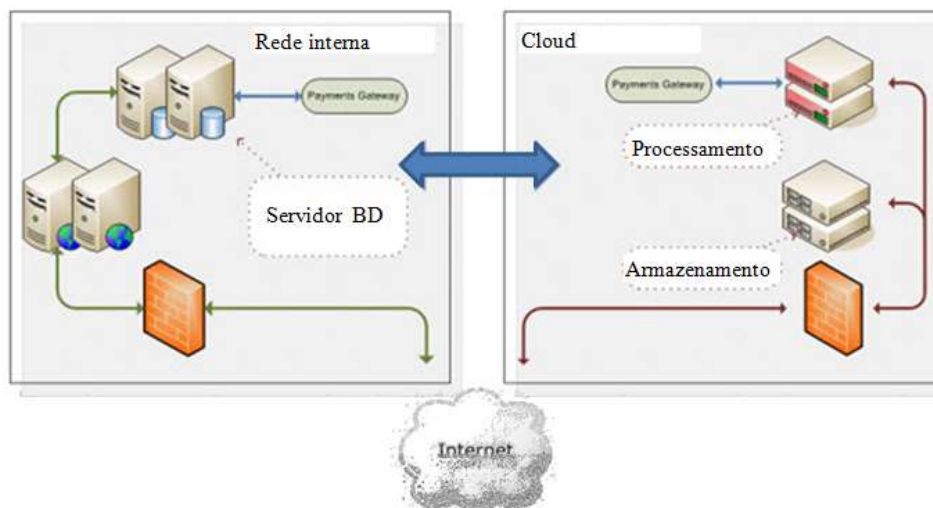
Fonte: Buyya et al. 2009

Como a computação em nuvem tem a sua arquitetura voltada a mercado temos algumas principais soluções arquiteturais de serviço de nuvem tais como:

- **Arquitetura para solução de alta demanda por um curto período de tempo:**

Neste caso os acessos aos datacenters estão frequentemente sobrecarregados durante os períodos de alta demanda, com isso a necessidade de recursos computacionais elevado é extremamente requisitado. Com isso vem a capacidade de executar instâncias de máquinas virtuais para cobrir esses períodos, até às vezes tendo que ligar as máquinas físicas.

**Figura 12- Arquitetura para soluções de alta demanda**



Fonte: Chantry 2009

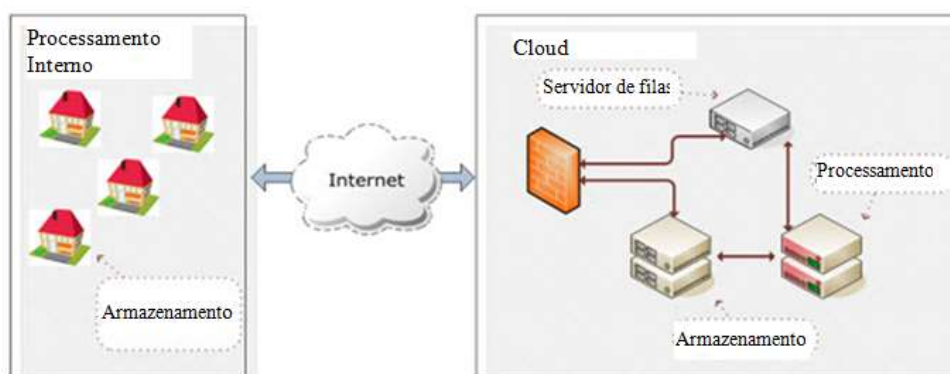
Como mostrado na figura 13, esta é uma arquitetura para solucionar este problema, fazendo a divisão da carga de processamento e armazenamento assim uma parte acontecendo na nuvem e a outra internamente (CHANTRY, 2009).

- **Arquitetura para solução de alta quantidade de processos:**

Neste caso não temos recursos interno para o processamento e armazenamento de dado. Com isso há necessidade de se fazer as tarefas em um serviço de nuvem público que guarda e processa os dados devidamente tendo o seu acesso pela Internet (figura 14).

**Figura 13- Arquitetura para soluções de alta quantidade de processos**



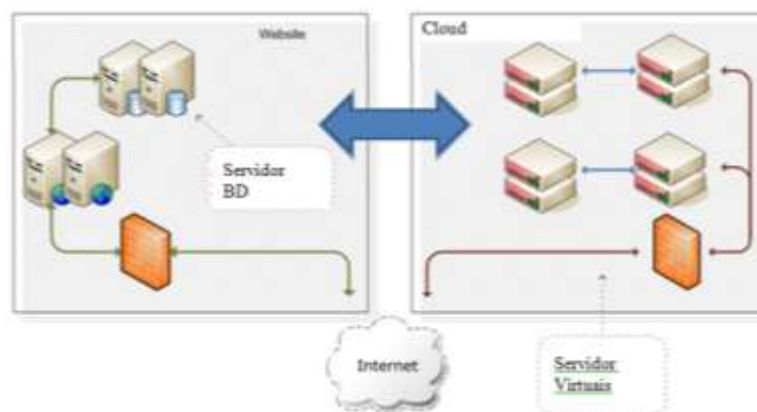


Fonte: Chantry 2009

- **Arquitetura para solução de alta demanda em um período irregular:**

Neste caso os acessos aos datacenters são sobrecarregados durante certos períodos, porém sem previsibilidade. Por isso seria impraticável passar o serviço para a nuvem em um determinado pico de carga. Assim há necessidade de criar uma cópia do seu modelo interno e, alocá-lo em nuvem como é demonstrado na figura 15. (CHANTRY, 2009)

**Figura 14- Arquitetura para soluções de alta demanda em um período irregular**



Fonte: Chantry 2009

## Padrões

- A padronização é importante para garantir a interoperabilidade entre fornecedores de gerenciamento de virtualização, entre as máquinas virtuais produzidos por cada um deles, e a computação em nuvem. Como a padronização

na computação em nuvem não é sólida temos dois principais padrões, Open Cloud Computing Interface e Open Cloud Consortium.

- **Open Cloud Computing Interface (OCCI)**

A OCCI tem como objetivo a entrega de uma especificação de API para o gerenciamento remoto da infraestrutura da computação em nuvem e para permitir o desenvolvimento de ferramentas de interoperabilidade para tarefas comuns, incluindo a implantação, dimensionamento autônomo e monitoramento. O escopo da especificação é a cobertura de uma funcionalidade de alto nível necessário para gerir o ciclo de vida da máquinas virtuais, rodando em tecnologias de virtualização, e dando suporte aos serviços elásticos. A nova API de interface IaaS vai permitir vários aspectos, tais como:

- Os consumidores possam interagir com a infraestrutura de computação em nuvem numa base ad hoc.
- Integradores possam oferecer serviços avançados de gestão, agregadores possam oferecer uma única interface comum a vários provedores.
- Provedores possam oferecer uma interface padrão que seja compatível com as ferramentas disponíveis.

O Open Cloud Computing Interface é um protocolo de fronteira e API que funciona como um serviço de front-end para framework de gerenciador interno do provedor. Os consumidores de serviço podem ser tanto os usuários finais quanto instâncias de outro sistema. OCCI é adequado para ambos os casos, a característica chave é que OCCI pode ser usado como uma API de gerenciamento para todos os tipos de recursos e, ao mesmo tempo manter um nível elevado de interoperabilidade (OCCI, 2011).

- **Open Cloud Consortium**

O Open Cloud Consortium (OCC) é uma organização dirigida por membros que apoia o desenvolvimento de padrões para computação em nuvem e quadros para interoperar entre as nuvens, desenvolve padrões de referência para a computação em nuvem, suporta implementações de referência para a computação em nuvem, de preferência, implementações de referência de código aberto, gerencia um testbed para Cloud Computing chamado Open Cloud Testbed (OCT) e patrocina workshops

e outros eventos relacionados com computação em nuvem. A OCC tem um foco especial em nuvens de grandes dados. Ele desenvolveu o benchmark MaIStone, e está trabalhando em um modelo de referência para as nuvens de grandes dados.

## FERRAMENTAS E TECNOLOGIAS

Existem muitas ferramentas e tecnologias para implementação de computação em nuvem, nesta seção iremos descrever algumas delas.

### **Eucalyptus**

O Eucalyptus foi um dos primeiros projetos open source a se concentrar na criação de nuvens IaaS. Ele foi desenvolvido com a intenção de fornecer uma implementação open source quase idêntica em funcionalidade ao Amazon Web Services API. Portanto, os usuários podem interagir com uma nuvem Eucalyptus, usando as mesmas ferramentas que eles usam para acessar a Amazon EC2. Ele também distingue-se de outras ferramentas, pois fornece um API de nuvem de armazenamento emulando o API Amazon S3 para armazenar dados de usuários em geral e imagens de máquinas virtuais. Em resumo, o Eucalyptus oferece os seguintes recursos: Controlador baseado em Linux com a administração de um portal Web; compatibilidade EC2, S3, Xen, KVM e VMWare, compatibilidade com dispositivos de armazenamento virtual Amazon EBS, e interface para a nuvem pública Amazon EC2, e redes virtuais.(VOORSLUYS, 2011)

A arquitetura do Eucalyptus é modular e, como possui código aberto, facilita que pesquisadores desenvolvam diversas modificações à sua estrutura original. A Figura 16 mostra a sua estrutura e seus componentes. Esses componentes são implementados como web services e são detalhados a seguir segundo (NURMI et al. 2009):

**Controlador de armazenamento (Walrus):** Esse componente é um serviço de armazenamento e possui uma interface com o usuário compatível com a API Amazon Simple Storage Service (Amazon S3). Com essa API os usuários podem colocar e retirar dados do walrus. Além de armazenar dados do usuário, o walrus

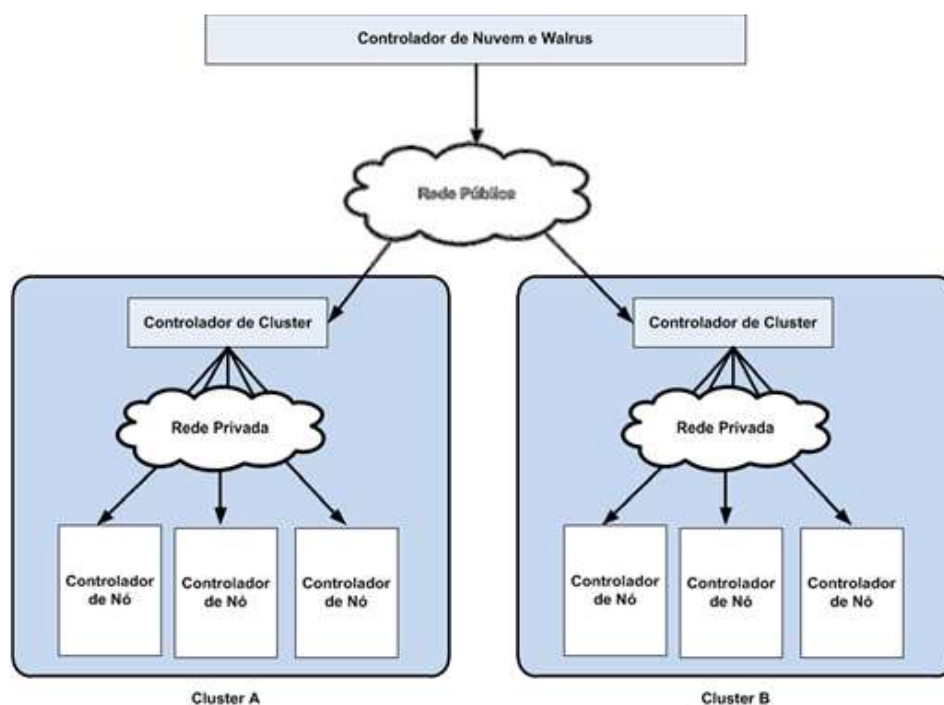
armazena imagens de máquinas virtuais. Uma imagem de máquina virtual possui o sistema de arquivos, o kernel e o ramdisk necessários para instanciar as máquinas virtuais. Os nós da arquitetura podem enviar imagens de máquina virtual para o walrus bem como baixá-las para poderem instanciar as máquinas. Para esse envio e recebimento de imagens, os nós utilizam ferramentas do amazon EC2.

**Controlador de nó:** Esse componente executa em todo o nó, ou na máquina física designada para rodar as máquinas virtuais. O controlador de nó é responsável pelo controle das máquinas virtuais de uma determinada máquina física, assim esse componente pode iniciar, parar e obter informações das máquinas virtuais. Essas ações sobre a plataforma de virtualização são realizadas pela comunicação entre o controlador de nó e o hipervisor. O hipervisor realiza o gerenciamento do hardware da máquina física para o seu compartilhamento entre as diversas máquinas virtuais.

**Controlador de nuvem:** Esse componente é a porta de entrada do sistema para usuários e administradores. Esse componente é responsável por atender às requisições dos usuários, como manipulação das propriedades das máquinas virtuais ou das redes, bem como requisições de informações sobre o estado das máquinas virtuais. Ele também controla o armazenamento de dados dos usuários e de estado do sistema, além disso, possui um serviço no qual são oferecidas interfaces para usuários ou administradores obterem acesso ao sistema e alterarem suas propriedades.

**Controlador de clusters:** A partir de requisições aos controladores de nó, esse componente recolhe informações sobre as máquinas virtuais de um cluster, ou de uma rede privada, e realiza o escalonamento das requisições de instanciação das máquinas virtuais entre os diversos Controladores de nó e também é responsável por gerenciar redes, que são formadas cada uma por um grupo de instâncias das máquinas virtuais.

**Figura 15 – Arquitetura Eucalyptus adaptada**



Fonte: NURMI et al. 2009

## Amazon EC2

O Amazon Elastic Compute Cloud, ou Amazon EC2, fornece um IaaS no modelo pay per use. Ele provê um ambiente virtual que permite o desenvolvimento e a execução de aplicações baseadas em Linux. Para isso, os prestadores de serviços devem criar sua própria máquina virtual, que contém todas as aplicações, os dados e as bibliotecas necessárias. Alternativamente, os prestadores de serviços também podem usar imagens de máquinas virtuais que já estão prontas e disponíveis (BUYAYA et al. 2008).

## OpenNebula

Segundo (VOORSLUYS et al. 2011), o OpenNebula é um dos gerenciadores de infraestruturas virtuais open source mais rica em recursos. Ele foi inicialmente concebido para gerir uma infraestrutura virtual local, mas também incluiu interfaces remotas que tornam viável a construção de nuvens públicas. Ao todo, quatro APIs de programação estão disponíveis: XML-RPC e libvirt para a interação local, um subconjunto do EC2 (consulta) e os APIs Cloud OpenNebula API para acesso público.



Sua arquitetura é modular, abrangendo vários plug-ins. O módulo core orquestra servidores físicos e seus hipervisores, nós de armazenamento e estrutura da rede. As operações de gerenciamento são realizados através drivers conectados, que interagem com as APIs de hipervisores, e as nuvens públicas. O módulo Scheduler, que está em responsável pela atribuição de pedidos pendentes das máquinas virtuais aos hosts físicos, oferece alocação dinâmica de recursos disponíveis. Os administradores podem escolher entre diferentes objetivos de programação, tais como a manter as máquinas virtuais em poucas máquinas físicas ou manter a carga equilibrada. Em resumo, OpenNebula oferece os seguintes recursos: controlador baseado em Linux, consulta compatível com EC2, Xen, KVM e Vmware, interface para as nuvens públicas, alocação dinâmica de recursos, e reserva antecipada de capacidade.(VOORSLUYS et al. 2011). Em seguida é mostrada na tabela 1 uma comparação entre os recursos de alguns gerenciadores de infraestrutura virtual.

**Tabela 1- Tabela adaptada de comparação de infraestrutura virtual**

	Licença	Plataforma de instalação do controlador	Cliente UI, API, Linguagem	Hypervisor	Virtualização de armazenamento	Interface para nuvem pública	Redes Virtuais	Alocação dinâmica de recursos	Adiantamento de reserva de capacidade	Disponibilidade alta	Proteção de dados
Eucalyptus	BSD	Linux	EC2 WS, CLI	Xen, KVM	No	EC2	Yes	No	No	No	No
Nimbus	Apache v2	Linux	EC2 WS, WSRF, CLI	Xen, KVM	No	EC2	Yes	Via integration with OpenNebula	Yes (via integration with OpenNebula)	No	No
OpenNebula	Apache v2	Linux	XML-RPC, CLI, Java	Xen, KVM	No	Amazon EC2, Elastic Hosts	Yes	Yes	Yes (via Haizea)	No	No
OpenPEX	GPL v2	Multiplatform (Java)	Portal, WS	XenServer	No	No	No	No	Yes	No	No
oVirt	GPL v2	Fedora Linux	Portal	KVM	No	No	No	No	No	No	No
Platform ISF	Proprietary	Linux	Portal	Hyper-V, XenServer, VMWare ESX	No	EC2, IBM CoD, HP Enterprise Services	Yes	Yes	Yes	Unclear	Unclear
Platform VMO	Proprietary	Linux, Windows	Portal	XenServer	No	No	Yes	Yes	No	Yes	No
VMWare vSphere	Proprietary	Linux, Windows	CLI, GUI, Portal, WS	VMware ESX, ESXi	VMware vStorage VMFS	VMware vCloud partners	Yes	VMware DRM	No	Yes	Yes

Fonte: Voorsluys et al. 2011

## Nagios

Nagios é um sistema de monitoramento que permite às organizações a identificar e resolver problemas de infraestrutura de TI antes que eles afetem os processos críticos de negócio. Projetado com escalabilidade e flexibilidade, Nagios tem como missão fazer que os seus processos de negócios não serão afetados por interrupções desconhecido. Nagios é uma ferramenta que lhe proporciona avisos imediatos sobre os principais objetivos da infraestrutura de TI da sua empresa. Nagios permite detectar e reparar e atenuar futuros problemas antes que eles afetem os usuários finais (NAGIOS 2011).

A filosofia do Nagios pode ser descrita em seis etapas:

- **Monitoramento:** Configurar os componentes críticos da infraestrutura de TI, incluindo métricas, protocolos, aplicações, serviços, e infraestrutura de rede.
- **Alerta:** Nagios manda um alerta quando o componente crítico da infraestrutura falha e se recupera, assim avisando os administradores sobre eventos importantes.
- **Resposta:** A equipe de TI pode reconhecer alertas e começar a resolver falhas e investigar sobre elas imediatamente. Os alertas podem ser escalados para grupos diferentes se os alertas não forem reconhecidos em tempo
- **Relatar:** Os relatórios fornecem um registro histórico de falhas, eventos, notificações, e resposta de alertas. A disponibilidade de relatórios ajuda a garantir se os SLAs estão sendo cumpridos.
- **Manutenção:** Manutenção programada impede alertas durante atualizações e manutenções.
- **Planejamento:** Gráficos de tendências e planejamento de capacidade e relatórios permitem identificar melhorias necessárias da infra-estrutura antes de ocorrer uma falha.

## Icinga

Icinga é um fork do Nagios e é totalmente compatível, assim, as configurações do Nagios como plugins e addons podem ser usados com o Icinga. Embora Icinga mantenha todas as características existentes do seu antecessor, foram

acrescentadas muitas atualizações que foram solicitadas por usuários da comunidade. Escalável e extensível, o Icinga pode monitorar ambientes complexos e grandes.

### **HybridFox**

HybridFox é uma extensão para o navegador Firefox que nada mais é que uma interface amigável que tem o papel de interagir com Web Services compatíveis com o S3 e o Amazon EC2. As suas principais funções são:

- Gerenciar imagens;
- Rodar e parar instâncias;
- Gerenciar instancia;
- Gerenciar endereços Ips
- Simplificar o uso do ferramenta.

### **PCMONS**

O PCMONS (Private Clouds Monitoring Systems) é um sistema de monitoramento extensível e modular para nuvens privadas. O PCMONS foi criado em 2010 por Rafael Uriarte e Shirlei Aparecida, e atua principalmente na recuperação, coleta e preparação de informações relevantes para o monitoramento de dados, e é especialmente focado em máquinas virtuais. Na sua primeira versão ele é compatível com o Eucalyptus e com o Nagios (URIARTE, 2011).

### **EUCA2TOOLS**

Euca2ools são ferramentas de linha de comando para interagir com serviços Web. Esta ferramenta pode ser usada tanto em serviços da Amazon quanto na instalação do Eucalyptus. Foi inspirada pelas ferramentas de linha de comando distribuídas pela Amazon e aceita as mesmas opções e variáveis do ambiente. No entanto, essas ferramentas foram implementadas do zero, feita em Python com a biblioteca Boto e M2Crypto toolkit (EUCALYPTOS, 2011).

## REFERENCIAS

BUYYA R. , Yeo C.S. , Venugopal S. , Broberg, J. , Brandic, I , "**Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility**" em Future Generation Computer Systems, 2009.

BUYYA, R.; YEO, C. S.; VENUGOPAL, S. **Market-Oriented Cloud Computing: Vision, Hype, and Reality for Delivering IT Services as Computing Utilities.** Proceedings of the 10th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications, Dalian, China, setembro 2008.

CHANTRY, Darryl. Mapping Applications to the Cloud. janeiro de 2009. Disponível em:<<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd430340.aspx>>. Acesso em: 18 maio 2011.

CHAVES, S. A. ; URIARTE, R. B. ; WESTPHALL, C. B. . Implantando e Monitorando uma Nuvem Privada. In: **VIII Workshop em Clouds, Grids e Aplicações - Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC)**, 2010, Gramado. VIII Workshop em Clouds, Grids e Aplicações. Porto Alegre : SBC, 2010. v. 1. p. 31-42. Link: [sbrc2010.inf.ufrgs.br/anais/data/pdf/wcga/st01\\_03\\_wcga.pdf](http://sbrc2010.inf.ufrgs.br/anais/data/pdf/wcga/st01_03_wcga.pdf)

DISPLAYSEARCH. Mini-Note PC (Netbook) **Shipments Grow at Twice the Rate of Notebook PCs in Q2'09.** Disponível em: <[http://www.displaysearch.com/cps/rde/xchg/displaysearch/hs.xsl/090831\\_mini\\_note\\_pc\\_netbook\\_shipments\\_grow\\_at\\_twice\\_rate\\_notebook\\_pcs\\_q2\\_09.asp](http://www.displaysearch.com/cps/rde/xchg/displaysearch/hs.xsl/090831_mini_note_pc_netbook_shipments_grow_at_twice_rate_notebook_pcs_q2_09.asp)>. Acesso em: 18 maio 2011.

DIKAIKOS, M. D.; PALLIS, G.; KATSAROS, D.; MEHRA, P.; VAKALI, A. **Cloud**

**Computing – Distributed Internet Computing for IT and Scientific Research.**

IEEE Internet Computing, 13(5): 10-13, outubro 2009.

**EUCALYPTUS Network Configuration** Disponível em:

<[http://open.eucalyptus.com/wiki/EucalyptusNetworkConfiguration\\_v2.0](http://open.eucalyptus.com/wiki/EucalyptusNetworkConfiguration_v2.0)>. Acesso em: 14 maio 2011.

GENS, Frank. **IT Cloud Services User Survey**, pt.2: Top Benefits & Challenges.

Disponível em: <<http://blogs.idc.com/ie/?p=210>>. Acesso em: 18 maio 2011.

**HYBRIDFOX: Elasticfox for Eucalyptus** Disponível em:

<<http://architects.dzone.com/news/hybridfox-elasticfox>>. Acesso em: 18 maio 2011.

KAUFMAN, L. M. **Data Security in the World of Cloud Computing**. IEEE Security and Privacy, 7(4): 61-64, julho/agosto 2009.

KREUTZ, Diego. **Cloud Computing**. Disponível em:

<[http://eventos.unipampa.edu.br/tchelix2010/files/2010/12/TcheLinux2010\\_DiegoKreutz\\_Cloud\\_Computing.pdf](http://eventos.unipampa.edu.br/tchelix2010/files/2010/12/TcheLinux2010_DiegoKreutz_Cloud_Computing.pdf)>. Acesso em: 18 maio 2011.

LYNCH, Merrill (2008), "**The Cloud Wars: \$100+ billion at stake**".

MOHAN T. S. **CLOUD COMPUTING Principles and Paradigms**. New Jersey:

Wiley, 2011. Migrating into a Cloud.

MOTA, Wélton Costa da; ZANOTTO, Mariana Susan; RUSCHEL, Henrique.

**Computação em Nuvem.** Disponível em:

<<http://www.ppgia.pucpr.br/~jamhour/RSS/TCCRSS08B/Welton%20Costa%20da%20Mota%20-%20Artigo.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2011.

MORROW Susan. **CLOUD COMPUTING Principles and Paradigms**. New Jersey:

Wiley, 2011. Data Security in the Cloud.

NAGIOS Disponível em: <<http://www.nagios.org/>>. Acesso em: 18 maio 2011.

NIST. **The NIST Definition of Cloud Computing (Draft)**. janeiro de 2011.  
Disponível em: <[http://csrc.nist.gov/publications/drafts/800-145/Draft-SP-800-145\\_cloud-definition.pdf](http://csrc.nist.gov/publications/drafts/800-145/Draft-SP-800-145_cloud-definition.pdf)>. Acesso em: 18 maio 2011.

NURMI, D.; WOLSKI, R.; GRZEGORCZYK, C.; OBERTELLI, G.; SOMAN, S.; YOUSEFF, L.; ZAGORODNOV, D. **The Eucalyptus Open-Source Cloud Computing System**. CCGRID-09, p. 124-131, maio 2009.

OCCI Disponível em: <**OCCI** - <http://occi-wg.org/about/>>. Acesso em: 18 maio 2011.

RANDYBIAS. **Cloud Standards are Misunderstood**. Disponível em: <<http://cloudscaling.com/blog/cloud-computing/cloud-standards-are-misunderstood>>. Acesso em: 18 maio 2011.

SOUZA FILHO, F. **Cloud Computing totalmente nacional**. PC Magazine, setembro 2009. Douglas Parkhill's 1966 book, The Challenge of the Computer Utility.

STRASSMAN, Paul. **HOW to Read Service Level Agreements**. Disponível em: <<http://pstrassmann.blogspot.com/2011/04/how-to-read-service-level-agreements.html>>. Acesso em: 15 maio 2011.

SUN MICROSYSTEMS, INC. **Take your Business to a Higher Level**. Sun Cloud Computing, março 2009.

SUN MICROSYSTEMS, INC. **Introduction to Cloud Computing Architecture**. White Paper, 1ª edição, junho 2009.

TAURION, Cezar. **Cloud Computing**: Computação em Nuvem: Transformando o mundo da tecnologia da informação. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

TETZCHNER. **State of the Mobile Web**, December 2010. 2010. Disponível em: <<http://www.opera.com/smw/2010/12/>>. Acesso em: 18 maio 2011.



URIARTE, Rafael Bruno; APARECIDA, Shirlei. **Private Clouds MONitoring Systems**. Disponível em: <<http://code.google.com/p/pcmmons/>>. Acesso em: 20 maio 2011.

VAQUERO L.M. , Rodero-Merino L. , Caceres, J. , Lindner, M. , "**A break in the clouds: towards a cloud definition**" em ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 2008

VOORSLUYS, William ; BUYYA, Rajkumar; BROBERG, James. **CLOUD COMPUTING Principles and Paradigms**. New Jersey: Wiley, 2011. Introduction to the Cloud.