

Computação em Nuvem

Henrique Ruschel, Mariana Susan Zanotto, Wélton Costa da Mota

Especialização em Redes e Segurança de Sistemas – 2008/2

Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Curitiba, Abril de 2010

Resumo

A computação em nuvem é a idéia de utilizarmos, em qualquer lugar e independente de plataforma, os mais variados tipos de aplicações através da internet com a mesma facilidade de tê-las instaladas em nossos próprios computadores. Com isso, os super-computadores terão os seus destinos a quem realmente precisam, pois tudo será baseado na internet.

Palavras-chave: Computação em nuvem; Tecnologia da Informação; Informática; segurança; internet; provedores; sistemas distribuídos; processamento paralelo.

1 Introdução

Com o ritmo de desenvolvimento da sociedade humana moderna, serviços básicos e essenciais são quase todos entregues de uma forma completamente transparente. Serviços de utilidade pública como água, eletricidade e telefone tornaram-se fundamentais para nossa vida diária e são explorados através de um modelo de pagamento baseado no uso. As infra-estruturas existentes permitem entregar os serviços em qualquer lugar e a qualquer hora, de forma que possamos simplesmente acender a luz, abrir a torneira ou fazer uma ligação para qualquer lugar. O uso desses serviços é, então, cobrado de acordo com as diferentes políticas para o usuário final. A mesma idéia de utilidade tem sido aplicada na área da informática e uma mudança consistente neste sentido tem sido feita com a disseminação da computação em nuvem.

Computação em nuvem é uma tendência recente de tecnologia que tem por objetivo proporcionar serviços de tecnologia da Informação sob demanda com

pagamento baseado no uso. Computação em nuvem pretende ser global e prover serviços para todos, desde o usuário final que hospeda seus documentos pessoais na Internet até empresas que terceirizarão toda a parte de TI para outras empresas. Nenhuma abordagem para a utilização real foi tão global e completa: não apenas recursos de computação e armazenamento são entregues sob demanda, mas toda a pilha de computação pode ser aproveitada na nuvem. Com a ilustração abaixo, podemos ter uma visão geral de uma nuvem computacional.

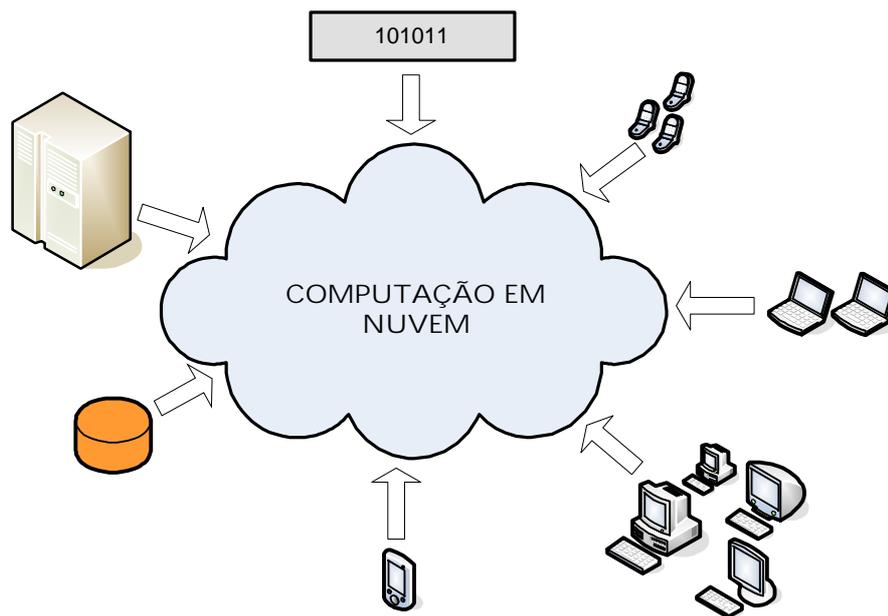


Figura 1 - Visão geral de uma nuvem computacional

Com a computação em nuvem, os usuários estarão movendo seus dados e aplicações para a nuvem, podendo acessá-los de forma simples e de qualquer local. Isso é novamente um caso de utilização de processamento centralizado.

Computação em nuvem é, portanto, uma maneira bastante eficiente de maximizar e flexibilizar os recursos computacionais. Além disso, uma nuvem computacional é um ambiente redundante e resiliente por natureza. Resiliente pode ser definido como a capacidade de um sistema de informação continuar a funcionar corretamente, apesar do mau funcionamento de um ou mais dos seus componentes. [1]

A computação em nuvem surge da necessidade de construir infra-estruturas de TI complexas, onde os usuários não têm que realizar instalação, configuração e atualização de softwares. Além disso, recursos de computação e hardware são propensos a ficarem obsoletos rapidamente. Assim, a utilização de plataformas computacionais de terceiros é uma solução inteligente para os usuários lidarem com infra-estrutura de TI.

2 O que é Computação em Nuvem?

Segundo Taurion o termo computação em nuvem surgiu em 2006 em uma palestra de Eric Schmidt, da Google, sobre como sua empresa gerenciava seus data centers. Hoje, computação em nuvem, se apresenta como o cerne de um movimento de profundas transformações do mundo da tecnologia. [1]

Computação em nuvem está se tornando uma das palavras chaves da indústria de TI. A nuvem é uma representação para a Internet ou infra-estrutura de comunicação entre os componentes arquiteturais, baseada em uma abstração que oculta à complexidade de infra-estrutura. Cada parte desta infra-estrutura é provida como um serviço e, estes serviços são normalmente alocados em data-centers, utilizando hardware compartilhado para computação e armazenamento. [2]

Para os usuários utilizarem os serviços, necessitam apenas ter em suas máquinas um sistema operacional, um navegador e acesso a Internet. Todos os recursos e processamentos computacionais ficam disponíveis na Internet, com isso, o computador será apenas um chip ligado à internet, a "grande nuvem" de computadores. Isso implicará diretamente no custo da aquisição de máquinas por parte dos usuários.

O conceito de trabalhar na grande nuvem, pode fazer com os computadores venham a baratear o seu preço, fazendo com que mais pessoas possam ter acesso a diversidade de produtos fornecidos pelas empresas. Muitos destes serviços on-line se tornaram gratuito, e isto faz com que cada vez mais a internet ganhe destaque. [3]

O modelo de computação em nuvem foi desenvolvido com o objetivo de fornecer serviços de fácil acesso e de baixo custo e garantir características tais como disponibilidade e escalabilidade. Este modelo visa fornecer, basicamente, três benefícios. O primeiro benefício é reduzir o custo na aquisição e composição de toda infra-estrutura requerida para atender as necessidades das empresas, podendo essa infra-estrutura ser composta sob demanda e com recursos heterogêneos e de menor custo. O segundo é a flexibilidade que esse modelo oferece no que diz respeito à adição e troca de recursos computacionais, podendo assim, escalar tanto em nível de recursos de hardware quanto software para atender as necessidades das empresas e usuários. O terceiro benefício é prover uma abstração e facilidade de acesso aos usuários destes serviços. Com isso, os usuários dos serviços não precisam conhecer aspectos de localização física e de entrega dos resultados destes serviços.[2]

A computação em nuvem é uma evolução dos serviços e produtos de tecnologia da informação sob demanda, também chamada de *Utility Computing*. O objetivo da *Utility Computing* é fornecer os componentes básicos como armazenamento, CPUs e largura de banda de uma rede como uma “mercadoria” através de provedores especializados com um baixo custo unitário. Usuários de serviços baseados em *Utility Computing* não precisam se preocupar com escalabilidade, pois a capacidade de armazenamento fornecido é praticamente infinita.

A *Utility Computing* fornece disponibilidade total, isto é, os usuários podem ler e gravar dados a qualquer tempo, sem nunca serem bloqueados; os tempos de resposta são quase constantes e não dependem do número de usuários simultâneos, do tamanho do banco de dados ou de qualquer parâmetro do sistema. Os usuários não precisam se preocupar com backups. Se os componentes falharem, é de responsabilidade do provedor substituí-los e tornar os dados disponíveis em tempo hábil através de réplicas.

Outra razão importante para a construção de novos serviços baseados em *Utility Computing* é que provedores de serviços que utilizam serviços de terceiros pagam apenas pelos recursos que recebem, ou seja, pagam pelo uso. Não são necessários investimentos iniciais em TI e o custo cresce de forma linear e previsível com o uso. Dependendo do modelo do negócio, é possível que o provedor de serviços repasse o custo de armazenagem, computação e de rede para os usuários finais, já que é realizado a contabilização do uso.

O NIST (*National Institute of Standards and Technology*) [4] define a computação em nuvem como um modelo que possibilita acesso, de modo conveniente e sob demanda, a um conjunto de recursos computacionais configuráveis (por exemplo, redes, servidores, armazenamento, aplicações e serviços) que podem ser rapidamente adquiridos e liberados com mínimo esforço gerencial ou interação com o provedor de serviços.

Já Armbrust [5] define: A computação em nuvem é um conjunto de serviços de rede ativados, proporcionando escalabilidade, qualidade de serviço, infra-estrutura barata de computação sob demanda e que pode ser acessada de uma forma simples e pervasiva.

Neste artigo, seguiremos a visão do NIST, que descreve que o modelo de computação em nuvem é composto por cinco características essenciais, três modelos de serviço e quatro modelos de implantação. Veremos essas características e modelos de computação em nuvem no decorrer deste artigo.

2.1 Características essenciais da Computação em Nuvem

As características essenciais são as vantagens que as soluções de computação em nuvem vêm a oferecerem. Em conjunto, algumas dessas características definem a computação em nuvem e faz a distinção com outros paradigmas. Abaixo veremos essas características.

2.1.1 Self-service sob demanda

O usuário pode adquirir unilateralmente recurso computacional, como tempo de processamento no servidor ou armazenamento na rede na medida em que necessite e sem precisar de interação humana com os provedores de cada serviço. [6]

Dentro de uma nuvem, o hardware e o software podem ser automaticamente reconfigurados e estas modificações são apresentadas de forma transparente para os usuários, que possuem perfis diferentes e assim podem personalizar os seus ambientes computacionais, por exemplo, a configuração de rede para a definição de determinados privilégios, instalação de algum software.

2.1.2 Amplo acesso a rede

Recursos estão disponíveis através da rede e acessados por meio de mecanismos que promovam o padrão utilizado por plataformas heterogêneas (por exemplo, telefones celulares, laptops e PDAs). [6]

A interface de acesso a nuvem não obriga os usuários a mudarem suas condições e ambientes de trabalho, como por exemplo, linguagens de programação e sistema operacional. Já os softwares clientes instalados localmente para o acesso à nuvem são leves, como um navegador de Internet.

2.1.3 Pooling de recursos

Provedor de recursos de computação são agrupados para atender vários consumidores através de um modelo multi-tenant, com diferentes recursos físicos e virtuais atribuídos dinamicamente e novamente de acordo com a demanda do consumidor. Há um senso de independência local em que o cliente geralmente não tem nenhum controle ou conhecimento sobre a localização exata dos recursos disponibilizados, mas pode ser capaz de especificar o local em um nível maior de abstração (por exemplo, país, estado ou do data center). Exemplos de recursos incluem o armazenamento, processamento, memória, largura de banda de rede e máquinas virtuais. [6].

Os recursos computacionais do provedor são organizados em um pool para servir múltiplos usuários usando um modelo multi-tenant, com diferentes recursos físicos e virtuais, dinamicamente atribuídos e ajustados de acordo com a demanda dos usuários. Estes usuários não precisam ter conhecimento da localização física dos recursos computacionais, podendo somente especificar a localização em um nível mais alto de abstração.

2.1.4 Elasticidade rápida

Recursos podem ser adquiridos de forma rápida e elástica, em alguns casos automaticamente, caso haja a necessidade de escalar com o aumento da demanda, e liberados, na retração dessa demanda. Para os usuários, os recursos disponíveis para uso parecem ser ilimitados e podem ser adquiridos em qualquer quantidade e a qualquer momento. [6]

O que ajuda muito na característica de elasticidade rápida na computação em nuvem é a virtualização, criando várias instâncias de recursos requisitados utilizando um único recurso real. Virtualização é a criação de ambientes virtuais com o propósito de abstrair características físicas do hardware, podendo emular vários sistemas operacionais em uma única plataforma computacional.

2.1.5 Serviço medido

Sistemas em nuvem automaticamente controlam e otimizam a utilização dos recursos, alavancando a capacidade de medição em algum nível de abstração adequado para o tipo de serviço (por exemplo, armazenamento, processamento, largura de banda, e contas de usuários ativos). Uso de recursos pode ser monitorado, controlado e relatado a existência de transparência para o fornecedor e o consumidor do serviço utilizado. [6]

Podemos monitorar e controlar o uso de recursos, garantindo a transparência para o provedor e o usuário do serviço utilizado. Utiliza-se a abordagem baseada em nível de serviço SLA (Services Level Agreement) para garantir a qualidade de serviço (QoS). O SLA fornece informações sobre os níveis de disponibilidade, funcionalidade, desempenho ou outros atributos do serviço como o faturamento e até mesmo penalidades em caso de violação destes níveis.

2.2 Modelos de Serviços

A computação em nuvem distribui os recursos na forma de serviços. Com isso, podemos dividir a computação em nuvem em três modelos, em relação aos serviços oferecidos, conforme a ilustração da figura 2 apresentado abaixo.

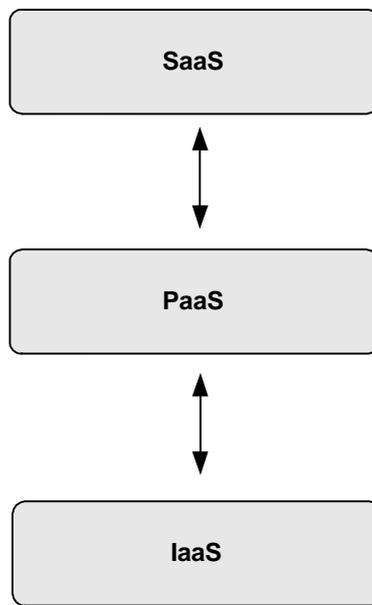


Figura 2 - Modelos de Serviços

2.2.1 Software como Serviço (SaaS)

A capacidade fornecida ao consumidor é usar as aplicações do fornecedor que funcionam em uma infra-estrutura da nuvem. As aplicações são acessíveis dos vários dispositivos do cliente através de uma relação do *thin client* tal como um web browser. O consumidor não administra ou controla a infra-estrutura básica, incluindo nuvens de rede, servidores, sistemas operacionais, armazenamento, ou mesmo capacidades de aplicação individual, com a possível exceção de limitada aplicação específica e definições de configuração de utilizadores. [6]

Podemos dizer que o SaaS, representa os serviços de mais alto nível disponibilizados em uma nuvem. Esses serviços representam as aplicações completas que são oferecidas aos usuários. Os prestadores de serviços disponibilizam o SaaS na camada de aplicação, o que leva a rodar inteiramente na nuvem e pode ser considerado uma alternativa a rodar um programa em uma máquina local, assim o SaaS traz a redução de custos, dispensando a aquisição de licença de softwares. Colocamos como exemplo de SaaS, sistemas de banco de dados e processadores de textos.

2.2.2 Plataforma como Serviço (PaaS)

A capacidade fornecida ao consumidor é desdobrar na nuvem a infra-estrutura consumidor criada ou as aplicações adquiridas criadas usando linguagens de programação e as ferramentas suportadas pelo fornecedor. O consumidor não administrar ou controlar a infra-estrutura básica, incluindo nuvens de rede, servidores,

sistemas operacionais, ou armazenamento, mas tem controle sobre os aplicativos utilizados e eventualmente hospedagem de aplicativos e configurações de ambiente. [6]

O PaaS tem por objetivo facilitar o desenvolvimento de aplicações destinadas aos usuários de uma nuvem, criando uma plataforma que agiliza esse processo. O PaaS oferece uma infra-estrutura de alto nível de integração para implementar e testar aplicações na nuvem. Também fornece um sistema operacional, linguagens de programação e ambientes de desenvolvimento para as aplicações, auxiliando a implementação de softwares, já que contém ferramentas de desenvolvimento e colaboração entre desenvolvedores.

2.2.3 Infra-estrutura como Serviço (IaaS)

A capacidade prevista para o consumidor é a prestação de transformação, armazenamento, redes e outros recursos computacionais fundamental que o consumidor seja capaz de implantar e executar programas arbitrários, que podem incluir sistemas operacionais e aplicativos. O consumidor não administra ou controla a infra-estrutura de nuvem subjacente, mas tem controle sobre os sistemas operacionais, armazenamento, aplicativos implantados, e, eventualmente, o controle limitado de componentes de rede selecionar (por exemplo, firewalls host). [6]

O IaaS traz os serviços oferecidos na camada de infra-estrutura, nestes serviços podemos incluir servidores, roteadores, sistemas de armazenamento e outros recursos de computação. Também é responsável por prover toda a infra-estrutura necessária para a SaaS e o PaaS. O IaaS traz algumas características, como uma interface única para administração da infra-estrutura, a aplicação API (*Application Programming Interface*) para interação com hosts, switches, roteadores e o suporte para a adicionar novos equipamentos de forma simples e transparente.

O IaaS é baseado em técnicas de virtualização de recursos de computação. Observando do lado da economia, não será necessário a aquisição de novos servidores e equipamento de rede para a ampliação de serviços. Citamos como exemplo de IaaS o Amazon EC2 (*Elastic Cloud Computing*) e o Eucalyptus (*Elastic Utility Computing Architecture Linking Your Programs To Useful Systems*).

2.3 Modelo de Implantação

No modelo de implantação, dependemos das necessidades das aplicações que serão implementadas. A restrição ou abertura de acesso depende do processo de negócios, do tipo de informação e do nível de visão desejado. Percebemos que certas organizações não desejam que todos os usuários possam acessar e utilizar determinados recursos no seu ambiente de computação em nuvem. Surge assim, a necessidade de ambientes mais restritos, onde somente alguns usuários devidamente autorizados

possam utilizar os serviços providos. Conforme o NIST, os modelos de implantação da computação em nuvem podem ser divididos em: privado, público, comunidade e híbrido.

2.3.1 Privado

A infra-estrutura de nuvem é utilizada exclusivamente a uma organização. Pode ser geridos pela organização ou de um terceiro e pode existir no local ou remota. [6]

As nuvens privadas são aquelas construídas exclusivamente para um único usuário (uma empresa, por exemplo). Diferentemente de um data center privado virtual, a infraestrutura utilizada pertence ao usuário, e, portanto, ele possui total controle sobre como as aplicações são implementadas na nuvem. Uma nuvem privada é, em geral, construída sobre um data center privado. [7]

Para esse modelo de implantação são empregados políticas de acesso aos serviços. Gerenciamento de redes, configurações dos provedores de serviços e a utilização de tecnologias de autenticação e autorização são as principais características deste modelo.

2.3.2 Público

A infra-estrutura de nuvem é disponibilizada ao público em geral ou há um grande grupo industrial e é propriedade de uma organização da venda de serviços em nuvem. [6]

As nuvens públicas são aquelas que são executadas por terceiros. As aplicações de diversos usuários ficam misturadas nos sistemas de armazenamento, o que pode parecer ineficiente a princípio. Porém, se a implementação de uma nuvem pública considera questões fundamentais, como desempenho e segurança, a existência de outras aplicações sendo executadas na mesma nuvem permanece transparente tanto para os prestadores de serviços como para os usuários. [7]

Para este modelo de implantação as restrições de acessos não podem ser aplicadas, quanto ao gerenciamento de redes, a aplicação de técnicas de autenticação e autorização também não será possível. Na nuvem pública, a infra-estrutura é disponibilizada para o público em geral, sendo acessado por qualquer usuário que conheça a localização do serviço.

2.3.3 Comunidade

A infra-estrutura de nuvem é compartilhada por diversas organizações e suporta uma comunidade específica que partilhava as preocupações (por exemplo, a missão, os

requisitos de segurança, política e considerações sobre o cumprimento). Pode ser administrado por organizações ou de um terceiro e pode existir no local ou remota. [6]

Neste modelo, várias organizações utilizam a mesma nuvem, que poderá ser administrada por uma empresa desta nuvem ou mais, ou até mesmo por uma terceira.

2.3.4 Híbrido

A infra-estrutura de nuvem é uma composição de duas ou mais nuvens (privado, comunidade ou público) que permanecem entidades únicas, mas são unidos por proprietárias de tecnologia padronizada que permite a portabilidade dos dados e aplicações (por exemplo, nuvem explodindo de balanceamento de carga entre as nuvens). [6]

As nuvens híbridas combinam os modelos das nuvens públicas e privadas. Elas permitem que uma nuvem privada possa ter seus recursos ampliados a partir de uma reserva de recursos em uma nuvem pública. Essa característica possui a vantagem de manter os níveis de serviço mesmo que haja flutuações rápidas na necessidade dos recursos. A conexão entre as nuvens pública e privada pode ser usada até mesmo em tarefas periódicas que são mais facilmente implementadas nas nuvens públicas, por exemplo. O termo “computação em ondas” é, em geral, utilizado quando se refere às nuvens híbridas. [7]

Nas nuvens híbridas, temos uma composição de duas ou mais nuvens, das quais pode ser privada, comunidade ou pública, que continuaram sendo entidades únicas e ligadas por uma mesma tecnologia que segue um padrão para que permita a portabilidade dos dados e aplicações.

2.4 Papéis e Escalabilidade de Nuvens

Os papéis são importantes para definir responsabilidades, acesso e perfil para os diferentes usuários que fazem parte e estão envolvidos em uma solução de computação em nuvem. Já a escalabilidade de nuvem é importante para transparecer para o usuário a ilusão de recursos computacionais infinitos. Além disso, a escalabilidade aumenta o desempenho dos recursos utilizados pelos usuários da solução em nuvem. Essa escalabilidade pode acontecer como composição de serviços ou na adição de recursos físicos computacionais. [2]

2.4.1 Papéis na Computação em Nuvem

Na figura 3, podemos entender melhor a computação em nuvem, classificando os atores dos modelos de acordo com os papéis desempenhados.

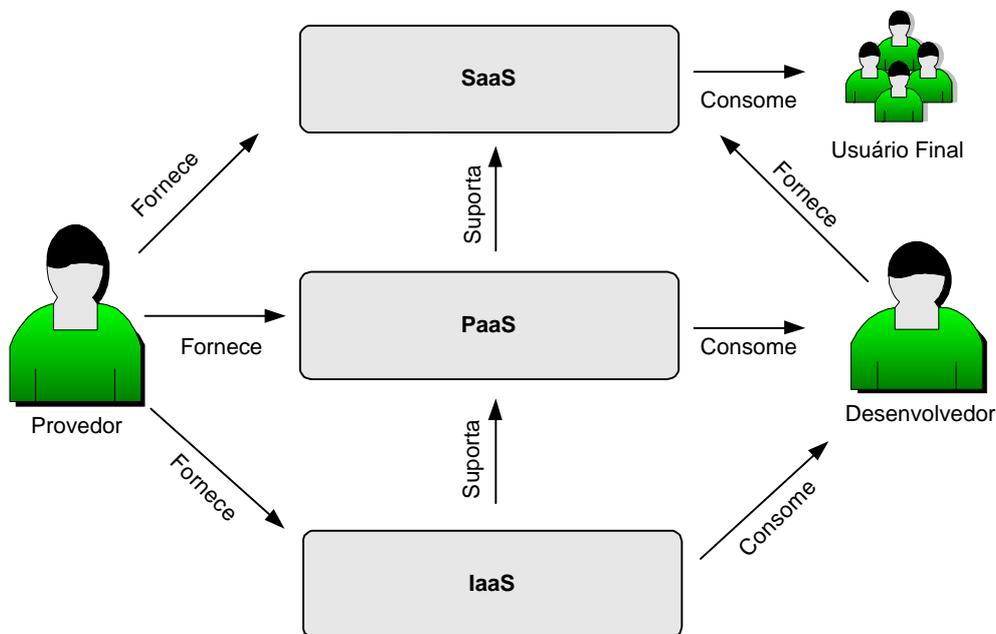


Figura 3 - Papéis na computação em nuvem

- Û Provedor: disponibiliza, gerencia e monitora toda a estrutura para a solução de computação em nuvem;
- Û Desenvolvedor: utiliza os recursos fornecidos e provêem serviços para os usuários finais;
- Û Usuário final: utiliza os recursos fornecidos pela nuvem computacional.

A organização dos papéis ajuda a definir os atores e os seus diferentes interesses. Os atores podem assumir vários papéis ao mesmo tempo de acordo com os interesses, mas apenas o provedor fornece suporte a todos os modelos de serviços.

2.4.2 Escalabilidade de Nuvens

A escalabilidade é uma característica fundamental na computação em nuvem. As aplicações desenvolvidas para uma nuvem precisam ser escaláveis, de forma que os recursos utilizados possam ser ampliados ou reduzidos de acordo com a demanda. [7]

Podemos imaginar a computação em nuvens como uma enorme rede de nós que precisa ser escalável. Para os usuários a escalabilidade deve ser transparente, não necessitando eles saberem onde estão armazenados os dados e de que forma eles serão acessados. A escalabilidade pode ser dividida em horizontal e vertical.

Uma nuvem escalável horizontalmente tem a capacidade de conectar e integrar múltiplas nuvens para o trabalho como uma nuvem lógica. Uma nuvem escalável

verticalmente pode melhorar a própria capacidade, incrementando individualmente seus nós existentes.

2.5 Arquitetura de Computação em Nuvem

A arquitetura de computação em nuvem é baseada em camadas, sendo que cada uma destas trata de uma particularidade na disponibilização de recursos para as aplicações. [2]

A mais baixa das camadas é a de infraestrutura, através dela que os prestadores de infraestrutura disponibilizam os serviços de rede e armazenamento da nuvem. Nesta camada temos os *data-centers*, *clusters*, *desktops* e outros recursos de hardware, podendo ter recursos heterogêneos.

A camada de plataforma está acima da camada de infraestrutura e provê os serviços para que as aplicações possam ser desenvolvidas, implementadas, testadas e trazidas para o ambiente da nuvem pelos prestadores de serviços. Nesta camada de desenvolvimento os usuários finais não têm acesso, sendo ela destinada aos usuários mais experientes, ou seja, os desenvolvedores das soluções para computação em nuvem. Encontramos nestes ambientes interfaces Web 2.0, *marshups*, componentes, recursos de programação concorrente e distribuída, suporte a *workflows*, bibliotecas de programação e linguagens de programação.

Acima das duas camadas anteriores, está a camada de aplicação, que é a camada de interesse do usuário, pois é através dela que eles utilizam os aplicativos.

A figura 4 esboça as camadas da arquitetura de computação em nuvem.

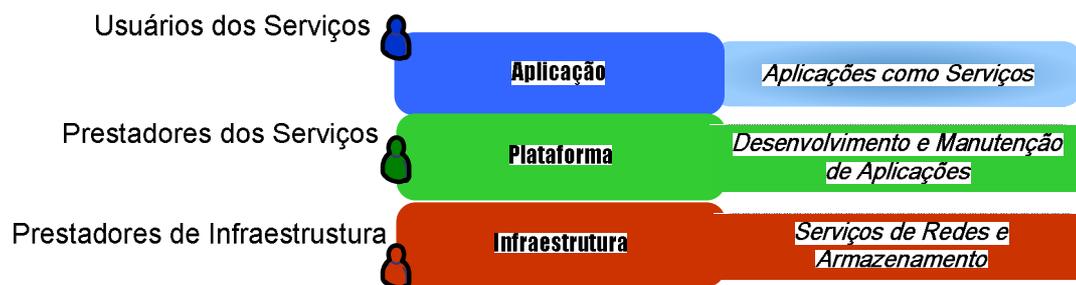


Figura 4 – Arquitetura de computação em nuvem

3 Tecnologias de Computação em Nuvem

A computação em nuvem envolve uma grande quantidade de conceitos e tecnologias. Empresas e corporações como a Amazon, Google e Microsoft estão publicando serviços computacionais seguindo a lógica da infra-estrutura de computação

em nuvem, sendo a Amazon a pioneira em disponibilizar e comercializar infra-estrutura deste tipo. [2]

Grande parte do interesse em computação em nuvem vem dos acadêmicos, que desenvolvem trabalhos direcionados para melhorias nos aspectos de desempenho, segurança, usabilidade, implementação e confiabilidade do sistema como um todo. A seguir apresentamos algumas tecnologias para computação em nuvem.

Conclusão

De acordo aos estudos feitos sobre a Computação em nuvem, pode-se definir que, nos dias atuais as empresas tem uma necessidade de ter um sistema a qual possa ser acessado de qualquer parte do mundo, através de qualquer dispositivo conectado a internet, seja um telefone celular, notebook ou desktop. Isso faz com que a empresa esteja um passo a frente daquelas que não acompanham a tecnologia, hoje nota-se que por se tratar de uma tecnologia prematura e ainda não muito estudada, a grande maioria das empresas ainda não estão convencidas que é uma tecnologia que veio para ficar.

De certa forma, as empresas tem razão em ter um certo receito quanto a ter o seu data center na grande nuvem sendo cuidado por uma empresa desconhecida, mas é de se pensar que desta forma os custos para manter um sistema operacional e o valor pagos com licenças irão se tornar menores, devido a empresa pagar pelo que realmente usar.

Portanto isso não é um motivo para reprovar esta tecnologia, o recomendável é que as empresas que interessar em aderir a computação em nuvens deve-se começar migrando aos poucos suas aplicações para a nuvem, sempre mantendo um espelhamento destas aplicações em seu data center, de forma que se acontecer alguma tempestade na nuvem, e esta parar de fornecer os serviços, existe a possibilidade de a maquina espelho continuar fornecendo os serviços sem prejudicar o funcionamento da empresa.

Como sabemos, todas aplicações estão sujeita a falhas e o Brasil ainda não dispõe de uma internet de alta velocidade, portanto antes de efetuar um contrato com uma empresa para colocar seus dados na nuvem é importante verificar bem o contrato, saber qual a taxa de transmissão da rede, fazer um estudo e verificar se a rede não estará sujeita a um congestionamento no tráfego de dados, conhecer bem a empresa e analisar se realmente é viável estar migrando seu sistema para um ambiente virtual.

Referências

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

[2] Computação em nuvem: Conceitos, Tecnologias, Aplicações e Desafios – Acessado em 09/04/2010

<http://www.ufpi.br/ercemapi/arquivos/file/minicurso/mc7.pdf>

[3] Computação em Nuvens: O futuro, segundo o Google – Acessado em 30/01/2010

<http://www.undergoogle.com/blog/2008/google/computacao-as-nuvens-o-futuro-segundo-o-google.html>

[4] NIST Definition of Cloud Computing v15 – Acessado em 26/02/2010

<http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/>

[5] Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R. H., Konwinski, A., Lee, G., Patterson, D. A., Rabkin, A., Stoica, I., and Zaharia, M. (2009). Above the clouds: A berkeley view of cloud computing. Technical report, EECS Department, University of California, Berkeley.

[6] A definição NIST de Cloud Computing – Acessado em 09/04/2010

http://translate.google.com.br/translate?hl=pt-BR&sl=en&u=http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/cloud-def-v15.doc&ei=7bS_S6bUKMeJuAeo2eHIBg&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=2&ved=0CA4Q7gEwAQ&prev=/search%3Fq%3Dcloud%2Bcomputing%2BNational%2BInstitute%2Bof%2BStandards%2Band%2BTechnology%26hl%3Dpt-BR

[7] Computação em Nuvem – Acessado em 21/04/2010

http://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2009_2/seabra/arquitetura.html