



25/10/2012

Cloud computing: conceitos e perspectivas de uso em instituições privadas em âmbito nacional e internacional e a implantação na Universidade de São Paulo

Bruno Vinícius Marton

Edna Tiemi Yokoti Watanabe



Cloud computing: conceitos e perspectivas de uso em instituições
privadas em âmbito nacional e internacional e a implantação na
Universidade de São Paulo

Autores: Bruno Vinícius Marton

Edna Tiemi Yokoti Watanabe

Orientador: Prof. Marcelo Krieger

“Só existem dois dias no ano em que nada pode ser feito. Um se chama ontem e o outro se chama amanhã, portanto, hoje é o dia certo para amar, acreditar, fazer e, principalmente, viver!”.

Dalai Lama

Resumo

Este trabalho tem por objetivo conceituar o termo Computação em Nuvem, apresentando as principais definições, vantagens, desvantagens, modelos de referência, tipologia. São abordadas também as perspectivas futuras no Brasil e no mundo em relação às oportunidades para as empresas como modelos de negócios. Ressalta-se também a implantação da nuvem na Universidade de São Paulo, sendo a primeira universidade brasileira a utilizar o sistema nos diversos serviços oferecidos na instituição quer seja, no domínio corporativo, educacional ou científico, bem como, no campo da extensão. A tendência é de que mais instituições públicas e privadas façam uso da computação em nuvem nos próximos anos, permitindo melhoria na qualidade dos serviços oferecidos a seus usuários.

Palavras-chave: computação em nuvem; tecnologia da informação, universidade, empresas privadas

Abstract

This paper aims to conceptualize the term cloud computing, featuring the main definitions, advantages, disadvantages, role models, typology. Also addressed are the future prospects in Brazil and in the world in relation to opportunities for companies as business models. We also emphasize the deployment of cloud at the University of São Paulo, Brazil being the first university to use the system in the various services offered at either institution, the corporate domain, educational or scientific as well as in the field of extension. The trend is that more public and private institutions making use of cloud computing in the coming years, allowing improvement in the quality of services offered to its users.

Keywords: Cloud computing; Information Tecnology, university, private companies

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	6
1.1	CONTEXTO DO ESTUDO	6
1.2	OBJETIVO.....	7
1.3	JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS.....	7
1.4	METODOLOGIA	7
2	COMPUTAÇÃO EM NUVEM	8
2.1	DEFINIÇÃO.....	8
2.2	MODELOS DE REFERÊNCIA PARA COMPUTAÇÃO EM NUVEM.....	9
2.3	TIPOLOGIA	9
2.3.1	IaaS - Infrastructure as a Service ou Infra-estrutura como Serviço.....	9
2.3.2	PaaS - Platform as a Service ou Plataforma como Serviço	10
2.3.3	SaaS - Software as a Service ou Software como Serviço	10
2.4	VANTAGENS	11
2.5	DESVANTAGENS	12
2.6	CURIOSIDADES	12
3	PERSPECTIVAS DA COMPUTAÇÃO EM NUVEM NO MUNDO	13
4	PERSPECTIVAS DA COMPUTAÇÃO EM NUVEM NO BRASIL	14
5	A UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP) NA ERA DA COMPUTAÇÃO EM "NUVEM"	15
6	CONCLUSÕES	18
7	REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO DO ESTUDO

No início dos anos 40 surgiram os primeiros computadores que não passavam de grandes máquinas de calcular eletromecânicas. Em setenta anos a sua evolução foi incrível. Deixamos a singela capacidade de um cálculo realizado por segundo para alcançar a casa dos dez bilhões de cálculos realizados por segundo com o mesmo gasto (custo) em *hardware*. Esta evolução da capacidade computacional muda a forma como nos comunicamos, nos relacionamos, percebemos e manipulamos o mundo a nossa volta. Nos últimos anos vimos a explosão da Internet e suas diversas utilidades nos conectando e proporcionando um aumento expressivo de informação.

No epicentro desta transformação está a Internet, que desmaterializou a informação e afetou praticamente todos os segmentos de mercado. Ninguém foi poupado. Negócios baseados no comércio de informações, como é o caso da mídia, foram atingidos em sua mais profunda natureza e tiveram suas leis fundamentais praticamente invertidas. Bibliotecas mais tradicionais foram desafiadas a lidar com escalas gigantescas. Mais profundas ainda são as mudanças que a Internet está causando na sociedade e na maneira como nos relacionamos. Cada vez mais conectados à rede, a noção de distância e tempo se perde em um mundo em que pesquisadores de países diferentes trocam informações vitais para produzir artigos, teses ou dissertações. Milhares de serviços, sustentados por milhões de linhas de código de computador sendo executadas na nuvem mineram esta estrutura a cada segundo atrás de padrões dos mais variados tipos, criam novos negócios, provocam maiores interações e até nos ajudam a descobrir coisas a nosso respeito que não sabíamos.

O conceito da Internet das coisas, que podemos considerar como o próximo passo da evolução no uso da Internet, tem o potencial de modificar profundamente nossa sociedade e a nossa economia. A Internet das coisas vai combinar a universalidade da Internet, que já é a principal infraestrutura de comunicação do planeta com inteligência ou software embarcado em sensores e atuadores, modificando a maneira como o mundo físico vai operar. (TAURION, 2009)

A adoção de novos conceitos e tecnologias leva anos para se consolidar e disseminar pelo mercado. As empresas não abandonam seus primeiros investimentos em tecnologia, mas criam camadas de tecnologias mais recentes em cima das antigas. Nos últimos dois anos, e com mais intensidade em 2010, um novo serviço de TI está disponível ao usuário comum e tem ocupado espaço crescente na mídia, que é o serviço de Computação em Nuvem.

A mudança para o paradigma da Computação em Nuvem não vai ocorrer da noite para o dia. As empresas geralmente são cautelosas quanto à maneira como lidam com seus ativos de informação e não experimentam facilmente novos sistemas de TI. As preocupações com segurança e confiabilidade ainda vão agir como barreira de entrada durante alguns anos.

Este serviço tem como mola principal os maciços investimentos em TI feitos por empresas que atuam em escala mundial através da Internet, seja no provimento de serviços de informação (como por exemplo a Google), seja no comércio varejista (por exemplo, a Amazon) ou por empresas que distribuem seus próprios produtos pela rede (como por exemplo, a Microsoft). Tais investimentos são dimensionados para o pior caso, pois a agilidade e a eficiência são fundamentais para quem opera pela Internet. Por conseguinte, tais sistemas tendem a ficar ociosos na maior parte do tempo, gerando custos fixos para essas empresas referentes à manutenção de seus parques computacionais.

Por outro lado, a disseminação das tecnologias de virtualização permitiu abstrair os recursos físicos ociosos, variáveis no tempo, como se fossem recursos efetivamente disponíveis de forma constante para o grande público, em quantidade praticamente ilimitada. Fazendo-se uma analogia com outros sistemas computacionais compartilhados conhecidos, a Nuvem comporta-se como se existisse um mainframe virtual para aquele provedor de Nuvem em particular.

A computação em “nuvem”, o chamado *cloud computing*, é um conceito que permite o acesso a um conjunto de recursos como de processamento, armazenamento, conectividade, plataformas, aplicações e serviços disponibilizados na Internet. Conjuntos de supercomputadores, que operam em rede, formam a chamada “nuvem”, que armazena *softwares*, documentos e aplicativos de um sistema. Para ter acesso aos arquivos, basta que o usuário do *cloud* tenha acesso à *internet*. Com isso, não existe a necessidade de se guardar dados em computadores ou em *pen-drives*.

Mas tratar este imenso volume de novas informações em tempo real vai demandar uma imensa capacidade computacional impossível de ser prevista em suas flutuações de demanda. Claramente é

necessário um novo paradigma computacional que ajuste, sob demanda, a capacidade computacional às demandas de carga de trabalho.

Portanto, dispor de ambientes dinâmicos, autoajustáveis, de alta disponibilidade e escalabilidade, com custos de propriedade adequados tornam-se o grande desafio dos gestores de tecnologia das organizações e governos.

A base de uma nuvem computacional é a capacidade de interoperabilidade entre seus componentes. Para implementar as funcionalidades que geram interoperabilidade é necessário criar uma série de protocolos e mecanismos que permitam aos usuários acessarem sistemas distribuídos por outros locais. Os protocolos e mecanismos (serviços) devem ser flexíveis o suficiente para aceitar na nuvem computadores de diversas tecnologias e sistemas operacionais. De maneira geral, devem ser implementados em camadas, de forma similar às camadas que compõem a Internet.

Uma nova tecnologia se desenvolve e é impulsionada quando determinados problemas não podem mais ser resolvidos pelas tecnologias existentes. Em termos da Computação em Nuvem, podemos pensar em impulsionadores extremamente poderosos, que não podem ser ignorados.

Vivemos em tempos exponenciais. Cada nova onda de inovação acelera a onda seguinte e isto tem um impacto tremendo na velocidade da evolução tecnológica e no que acontecerá nas próximas décadas. Pensando novamente em termos computacionais, o que veremos acontecer nos próximos trinta anos será inimaginável, já que a capacidade computacional atual crescerá cerca de um milhão de vezes. Não há como imaginar o que isto pode significar na evolução de todas as outras áreas, mas é possível ter certeza de que muito do que hoje é apenas imaginável será possível até lá. (Radfahrer, 2012)

É evidente que cada empresa necessita avaliar com muito cuidado as eventuais vantagens que terá no caso de adotar a computação em nuvem, especialmente para saber se esse modelo é de fato viável. Escolher a modalidade de serviço e o ambiente dedicado adequados é essencial para o dimensionamento de custos e de riscos envolvidos.

A Universidade de São Paulo (USP) será a primeira universidade brasileira a utilizar o sistema de computação em nuvem, que já é comum nas rotinas de universidades estrangeiras, como Harvard, Stanford e Massachusetts Institute of Technology (MIT), garantindo assim, que tenha um lugar cativo entre as universidades de ponta mundiais. (USP Destaques, 2012)

1.2 OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho é oferecer uma visão geral do uso da nuvem nas instituições privadas quer seja, em âmbito nacional ou internacional e também em instituição pública, em específico, a Universidade de São Paulo.

1.3 JUSTIFICATIVA

A natureza deste estudo aqui proposto justifica-se, sob dois distintos enfoques:

- 1)** Definição dos conceitos de computação em nuvem, revisão da literatura, vantagens e os desafios que sua utilização pode propiciar aos consumidores, bem como, as perspectivas da nuvem no mundo e no Brasil;
- 2)** Posicionamento da Universidade de São Paulo (USP) quanto à implantação da “nuvem” nos diversos serviços oferecidos na instituição quer seja, no domínio corporativo, educacional ou científico, bem como, no campo da extensão permitindo que as bibliotecas e os museus através da digitalização, disponibilizem virtualmente seus acervos.

1.4 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido em duas etapas. A primeira foi realizada uma pesquisa em diversas bases de dados, como por exemplo: Portal de Teses e Dissertações da USP, Google, Wikipédia, etc. A segunda etapa consistiu em pesquisa interna na Universidade com profissionais integrantes da Comissão de Estratégias de Comunicação em Redes da USP (CECRU) para obter esclarecimentos sobre a implantação da Computação em nuvem no âmbito da Universidade.

2 COMPUTAÇÃO EM NUVEM

2.1 DEFINIÇÃO

Hoje geralmente temos um computador no trabalho, um computador em casa, um laptop, um celular, e até um tablet, mas seria interessante você ter acesso aos seus arquivos em qualquer um deles em qualquer período, mas como fariamos isso? Sair fazendo cópias destes arquivos em cada máquina seria uma opção, porém se você alterar um deles em um dispositivo terá que copiar novamente para todos os outros, isso seria no mínimo trabalhoso, para não dizer ineficiente. A partir dessa premissa temos a adoção da Computação nas Nuvens (*Cloud Computer*).

Nós já adotamos a Computação em Nuvem mesmo sem perceber, ao colocarmos nossos documentos no *Google Docs*, ao salvar nossos favoritos no *Delicious*, ao guardar arquivos no *Dropbox*. Mas vamos para uma definição mais formal.

Aymerich et al. (2008) afirmam que a expressão "computação em nuvem" foi empregada pela primeira vez em 2006 pelo Chief Executive Officer, CEO, do Google, Eric Schmidt para referenciar a computação empregando os recursos da Internet. De fato, a literatura, tanto acadêmica quanto não acadêmica, não registra o emprego desta expressão antes de 2006. Portanto, tenha sido ou não Schmidt o responsável por cunhar a expressão, a realidade é que ela parece mesmo não ter sido referenciada em período anterior (CHAVES, 2011)

Smith (2009) oferece um resumo de definições propostas por organizações e instituições de renome, definições estas que estão reproduzidas no Tabela 1.

ORGANIZAÇÕES	DEFINIÇÃO
Gartner Group	"Estilo de computação no qual recursos de TI, massivamente escaláveis, são disponibilizadas sob a forma de serviços, por meio da Internet, para múltiplos consumidores externos."
Forrester Research	"Um conjunto de infra-estruturas gerenciadas, abstratas e altamente escaláveis, capazes de hospedar aplicações de consumidores finais, os quais pagam pelo consumo."
The 451 Group	"TI oferecida como serviço, disponibilizada por meio de recursos independentemente de localização física."
Wikipédia	"Um estilo de computação no qual recursos dinamicamente escaláveis, em geral, virtualizados são providos como serviços por meio da Internet."
International Business Machines, IBM	"Plataforma que dinamicamente provê, configura, re-configura e libera servidores de acordo com as necessidades e que emprega grandes data centers e potentes servidores, nos quais hospeda aplicações e serviços para serem utilizados via Internet."
University of Califórnia, Berkeley	"Ilusão de recursos infinitos de computação disponíveis sob demanda, eliminando compromissos mais efetivos por parte dos usuários da nuvem e possibilitando o pagamento pelo uso desses recursos de acordo com as necessidades de curto prazo."

Tabela 1: Adaptado de Smith, 2009: p. 66.

Complementando as definições anteriores o National Institute of Standards and Technology, NIST, entidade federal não-regulatória vinculada ao Departamento de Comércio do Governo dos Estados Unidos e responsável por promover a inovação e a competitividade industriais em âmbito nacional naquele país, define

"Computação em nuvem" é um modelo que viabiliza o acesso oportuno e sob demanda a um pacote compartilhável de recursos computacionais configuráveis (por exemplo, redes, servidores, áreas para armazenagem, aplicativos e serviços) que podem ser rapidamente provisionados e liberados com um esforço mínimo de gestão ou de interação com o provedor dos serviços".

A definição do NIST assume um papel quase que de referência, dada a importância deste órgão no meio governamental norte-americano e também ao fato de ser constituída por norte-americanos ou radicada nos Estados Unidos boa parte dos autores e instituições que têm se ocupado do estudo da computação em nuvem. (CHAVES, 2009)

Num sistema operacional disponível na Internet, a partir de qualquer computador e em qualquer lugar, pode-se ter acesso a informações, arquivos e programas num sistema único, independente de plataforma. O requisito mínimo é um computador compatível com os recursos disponíveis na Internet. O PC torna-se apenas um chip ligado à Internet — a "grande nuvem" de computadores — sendo necessários somente os dispositivos de entrada (teclado, mouse) e saída (monitor).

O conceito de Computação em nuvem é um passo evolutivo na eterna busca pelo compartilhamento e consequentemente maior aproveitamento dos recursos computacionais.

2.2 MODELOS DE REFERÊNCIA PARA COMPUTAÇÃO EM NUVEM

O NIST (op. cit.) propõe um modelo de referência para a computação em nuvem que considera a existência de três distintas dimensões: características essenciais, ofertas de serviços, e modelos de implementação.

As características essenciais são vantagens que as soluções de computação em nuvem oferecem e podem ser consideradas como:

- ❖ Auto-serviço sob demanda: Os consumidores podem, unilateralmente, provisionar capacidade computacional, à medida das necessidades e automaticamente, sem que seja requerida interação humana com os provedores dos serviços;
- ❖ Acesso amplo à rede: Capacidades estão disponíveis na rede e são acessadas por meio de mecanismos padronizados que possibilitam o uso via distintas plataformas de hardware;
- ❖ *Pool* de recursos: Os recursos computacionais dos provedores são agrupados de modo a servir a múltiplos consumidores simultaneamente, com distintos recursos físicos e virtuais alocados e realocados dinamicamente de acordo com a demanda; há um certo grau de independência quanto à localização, fazendo com que os consumidores não decidam sobre os locais exatos a partir dos quais acessarão os recursos, mas possam especificar essa localização em alto nível (por exemplo, país, estado ou até mesmo *data center*);
- ❖ Rápida elasticidade: As capacidades podem ser rápida e elasticamente provisionadas, em alguns casos até de forma automática, permitindo aumentar e reduzir dinamicamente as quantidades contratadas; para um consumidor, as capacidades disponíveis para provisionamento apresentam-se como praticamente ilimitadas e podem ser compradas em qualquer quantidade a qualquer momento;
- ❖ Serviços mensuráveis: Sistemas em nuvem automaticamente controlam e otimizam o uso de seus recursos, por meio de mecanismos inseridos em níveis apropriados a cada tipo de serviço, assim o uso dos recursos pode ser controlado e reportado com transparência.

2.3 TIPOLOGIA

Os sistemas desenvolvidos para a nuvem foram divididos em três principais modelos de serviços:

2.3.1 IaaS - Infrastructure as a Service ou Infra-estrutura como Serviço

O provedor oferece infra-estrutura de armazenamento e processamento, e tem como objetivo principal facilitar o fornecimento de recursos de computação necessários para criar um ambiente de aplicação. O usuário não tem controle dos servidores da nuvem como o controle do sistema operacional do servidor.

Serviços comuns no mercado:

- EC2 da Amazon;
- Blue Cloud da IBM.

2.3.2 PaaS - Plataforma as a Service ou Plataforma como Serviço

O usuário não administra ou controla a infraestrutura subjacente, incluindo rede, servidores, sistemas operacionais ou armazenamento, mas tem controle sobre as aplicações implantadas e, possivelmente, as configurações das aplicações hospedadas nesta infraestrutura, como os aplicativos para web, linguagens de programação e ferramentas disponibilizadas pelo provedor.

- Google AppEngine;
- Windows Azure;
- Amazon S3;
- Bungee Connect;
- Force.com da Salesforce.

2.3.3 SaaS - Software as a Service ou Software como Serviço

São os softwares disponibilizados aos usuários através da Internet, é direcionado ao usuário final. Muitos destes softwares são usados diariamente sem o usuário saber que está utilizando um serviço da nuvem.

Os serviços do tipo SaaS mais comuns no mercado:

- Google Docs;
- Facebook;
- LinkedIn;
- Gmail;
- Sales Force (salesforce.com).

Basicamente, a computação em nuvem pode ser classificada em quatro tipos de implementação conforme Tabela 2:

TIPOS DE NUVENS	INFRAESTRUTURA
Privada ou Interna	Pode ser alugada ou ser própria de uma organização. A instituição tem exclusividade nos recursos computacionais (servidores, redes, etc.) que estará usando, ou seja, seus serviços não serão executados junto com outros clientes.
Comunitária	É compartilhada por outras organizações com interesses em comum: valores, missão, requisitos de segurança, políticas, etc.
Pública	É disponibilizada pelo público em geral, pode ser acessada por qualquer usuário que tenha o conhecimento de onde o serviço está localizado. A nuvem pública é controlada pelo provedor que está disponibilizando o serviço, sendo este responsável pela instalação, manutenção, gerenciamento e o abastecimento dos recursos necessários
Híbrida	É definida por mais de um modelo de nuvem. São ligadas pela padronização ou pela propriedade tecnológica, possibilitando o transporte de informações e aplicações.

Tabela 2

Conforme Figura 1, podemos destacar o modelo de Computação em nuvem segundo o NIST.



Figura 1: Modelo Visual da Definição Corrente de Computação em Nuvem do NIST

2.4 VANTAGENS

Algumas das vantagens do sistema computação em nuvem, detectadas inicialmente são:

- O usuário não precisa se preocupar com o Sistema Operacional e Hardware que está sendo usado no computador pessoal, podendo acessar seus dados na “nuvem”;
- Todas as informações se encontram no mesmo lugar, tornando o trabalho corporativo e compartilhamento de arquivos mais fáceis;
- O usuário paga somente pelo tempo de utilização dos aplicativos e seus recursos, não sendo necessário pagar por uma licença integral de uso de software;
- A infraestrutura necessária para uma solução de uma “nuvem” consome menos energia, refrigeração e espaço físico, contribuindo consequentemente para preservação e uso racional dos recursos naturais;
- Diminui a necessidade de manutenção da infraestrutura física de redes locais cliente/servidor, bem como da instalação dos softwares nos computadores corporativos, pois esta fica a cargo do provedor do software em nuvem, bastando que os computadores clientes tenha acesso à Internet;
- Ao terceirizar os serviços de Tecnologia de Informação (TI) para provedores na nuvem, essas organizações são capazes de liberar a equipe de TI para se dedicar a projetos que desenvolvem o negócio, em vez de gastar tempo suportando serviços que os provedores na nuvem podem assumir;
- Acesso em qualquer local e por diferentes aparelhos (smartphones, tablets, notebook, etc.)
- Diminuição do lixo eletrônico, já que se evita a constante troca e atualização de equipamentos e sistemas que sofrem rápida obsolescência e acabam sendo descartados;
- Redução de risco de falhas em equipamentos, devido à arquitetura das redes em nuvem, além de serem minimizadas as ameaças por danos físicos aos equipamentos, como quebra e destruição causadas por fenômenos meteorológicos ou roubos.
- Escalabilidade – O usuário pode a qualquer momento aumentar ou diminuir os recursos alocados (memória, processamento e espaço de armazenamento) de acordo com suas necessidades;

- Contribui para a redução de barreiras à inovação e torna viável utilizar novos tipos de aplicativos e serviços não possíveis em outras condições
- Se um determinado provedor passa a não desempenhar a contento e/ou seus preços se elevam em demasia, os serviços envolvidos podem ser transferidos para outro provedor.

2.5 DESVANTAGENS

Sendo a computação em nuvem uma forma de centralizar aplicações e armazenar dados, há uma grande preocupação no que diz respeito à segurança e privacidade. Ao utilizar o sistema, o usuário entrega seus dados e informações importantes aos cuidados de outra empresa, o que para muitos é uma questão bastante complicada, causa uma sensação de vulnerabilidade; ao contrário de hoje que estes dados e informações são bem guardadas por seus proprietários.

A privacidade pode ser comprometida já que um cliente pode se logar de qualquer local e acessar aplicações, para este fim as empresas que fornecem os serviços da computação em nuvem estudam uma forma de proteção, como técnicas de autenticação (usuário e senha); outra forma é empregar um formato de autorização por níveis de permissões, onde cada usuário acessa somente o que lhe é permitido (Computação nas nuvens, 2011).

Outra coisa é caso a internet não esteja disponível em determinado local a computação em nuvem se torna inútil.

2.6 CURIOSIDADES

As primeiras empresas a iniciar o uso da “nuvem de informação” (information cloud) foram a Amazon, Google, IBM e Microsoft.

Alguns sistemas operacionais para computação em nuvem:

- **Google Chrome OS:** Desenvolvido pela Google, trabalha com uma interface diferente, semelhante ao do **Google Chrome**, em que todas as aplicações ou arquivos são salvos na nuvem e sincronizados com sua conta do Google, sem necessidade de salvá-los no computador, já que o HD dos dois modelos de **Chromebooks** anunciados conta com apenas 16gb de HD.
- **Joli Os:** desenvolvido por Tariq Krim, o ambiente de trabalho chamado jolicloud usa tanto aplicativos em nuvem quanto aplicativos offline, baseado no ubuntu notebook remix. Similar ao Chrome OS, e pode ser usado em netbooks, notebooks e desktops. O sistema operacional pode ser instalado a partir do Windows para ser usado em dual-boot ou os usuários podem fazer a instalação através de um pendrive ou de uma imagem ISO gravada em CD.
- **You OS:** desenvolvido pela empresa WebShaka, cria um ambiente de trabalho inspirado nos sistemas operacionais modernos e utiliza a linguagem Javascript para executar as operações. Ele possui um recurso semelhante à hibernação no MS-Windows XP, em que o usuário pode salvar a área de trabalho com a configuração corrente, sair do sistema e recuperar a mesma configuração posteriormente. Esse sistema também permite o compartilhamento de arquivos entre os usuários. Além disso, possui uma API para o desenvolvimento de novos aplicativos, sendo que já existe uma lista de mais de 700 programas disponíveis.
- **DesktopTwo:** desenvolvido pela empresa Sapotek, tem como pré-requisito a presença do utilitário Flash Player para ser utilizado. O sistema foi desenvolvido para prover todos os serviços necessários aos usuários, tornando a Internet o principal ambiente de trabalho. Utiliza a linguagem PHP como base para os aplicativos disponíveis e também possui uma API, chamada Sapodesk, para o desenvolvimento de novos aplicativos.
- **G.ho.st:** Esta sigla significa “Global Hosted Operating SysTem” (Sistema Operacional Disponível Globalmente), tem como diferencial em relação aos outros a possibilidade de integração com outros serviços como: Google Docs, Meebo, ThinkFree, entre outros, além de oferecer suporte a vários idiomas;

- **eyeOS:** Este sistema está sendo desenvolvido por uma comunidade denominada EyeOS Team e possui o código fonte aberto ao público. O objetivo dos desenvolvedores é criar um ambiente com maior compatibilidade com os aplicativos atuais, MS-Office e OpenOffice. Possui um abrangente conjunto de aplicativos, e o seu desenvolvimento é feito principalmente com o uso da linguagem PHP.
- **iCloud:** Sistema lançado pela Apple em 2011, é capaz de armazenar até 5 GB de fotos, músicas, documentos, livros e contatos gratuitamente, com a possibilidade de adquirir mais espaço em disco (pago)
- **Ubuntu One:** Ubuntu One é o nome da suíte que a Canonical (Mantenedora da distribuição Linux Ubuntu) usa para seus serviços online. Atualmente com o Ubuntu One é possível fazer backups, armazenamento, sincronização e compartilhamento de arquivos e vários outros serviços que a Canonical adiciona para oferecer mais opções e conforto para os usuários.
- **IBM Smart Business:** Sistema da IBM que engloba um conjunto de serviços e produtos integrados em nuvem voltados para a empresa. O portfólio incorpora sofisticada tecnologia de automação e autosserviço para tarefas tão diversas como desenvolvimento e teste de software, gerenciamento de computadores e dispositivos, e colaboração. Inclui o Servidor IBM CloudBurst server (US) com armazenamento, virtualização, redes integradas e sistemas de gerenciamento de serviço embutidos.
- **Amazon Web Services:** Usando a Amazon Web Services, um website de comércio eletrônico pode resistir facilmente a uma demanda imprevista; uma empresa farmacêutica pode "alugar" poder de computação para executar simulações em grande escala; uma empresa de mídia pode disponibilizar um número ilimitado de vídeos, música e muito mais; e uma empresa pode implantar serviços e treinamento utilizando largura de banda para sua força de trabalho móvel.

3 PERSPECTIVAS DA COMPUTAÇÃO EM NUVEM NO MUNDO

De acordo com estudos do Gartner (Empresa Consultoria), os serviços baseados em nuvem, em 2012 vão crescer 48,7% e com isso, os gastos globais com terceirização em TI vão movimentar US\$251,7 bilhões, com destaque para os voltados para a infraestrutura como serviço (IaaS).

Grandes empresas na América Latina e na Ásia lideram a adoção de aplicativos no modelo cloud computing, enquanto que nos Estados Unidos (EUA) e na Europa as mesmas se mostram mais conservadoras em relação à tecnologia. É o que revelou uma pesquisa conduzida pela Tata Consultancy Services (TCS) com mais de 600 gestores de TI de organizações com receita superior a um bilhão de dólares.

O estudo apontou que as empresas na América Latina são as que possuem o maior número de aplicativos (39%) hospedados "na nuvem", onde os dados ficam armazenados em servidores virtuais e são acessados via web. Logo depois vem a região da Ásia-Pacífico, com 28% do total. Enquanto isso, as empresas americanas (19%) e europeias (12%) se mostram mais reticentes em relação à adoção da plataforma.

Ainda de acordo com a pesquisa da TCS, o número de aplicativos corporativos baseados em cloud computing tende a crescer em média 18% até 2014. Até lá, a expectativa é que a América Latina continue à frente em relação ao modelo (56%), seguido por Ásia-Pacífico (50%). Já EUA e Europa ficariam com 34% e 24%, respectivamente.

Possíveis brechas de segurança são apontadas como uma das principais barreiras para a adoção da computação em nuvem no mercado corporativo, especialmente nas nuvens públicas. Apenas 20% das empresas americanas e europeias colocariam seus aplicativos de missão crítica em nuvens públicas. Já no que diz respeito a nuvens privadas, esse número salta para 66% nos EUA e 48% na Europa.

O estudo também indica que a redução de custos não é a principal razão para a transferência dos aplicativos para o modelo cloud computing, mas sim a necessidade de simplificar e acelerar os processos. Nos EUA e na região Ásia-Pacífico, as empresas citaram a padronização de aplicativos de software e processos de negócio como a principal vantagem competitiva para a migração de aplicativos para a nuvem. Na Europa e na América Latina, a capacidade de adicionar ou remover sistemas de forma mais rápida foi apontada como a principal motivação.

As áreas de marketing, vendas e serviços respondem por pelo menos dois quintos do orçamento entre as quatro regiões pesquisadas. Já no que diz respeito às verticais de negócios, as indústrias de serviços de saúde, automotiva e de hardware estão na liderança em alavancar o modelo de cloud computing.

4 PERSPECTIVAS DA COMPUTAÇÃO EM NUVEM NO BRASIL

De acordo com dados da International Data Corporation (IDC), o mercado brasileiro de “Cloud Pública” crescerá quase sete vezes até 2014. Atualmente, 18% das médias e grandes empresas do país já utilizam alguma aplicação de computação em nuvem - até 2013, esta fatia deverá saltar para 30% a 35%. Na hora de obter a nuvem, os executivos levam em conta a flexibilidade de custos, as novas experiências aos usuários e a conquista de maior escalabilidade. A necessidade de revitalização dos atuais modelos de negócios e os grandes volumes de dados são os principais fatores que levarão ao aumento da adoção da nuvem.

À medida que cada vez mais empresários e diretores forem percebendo as vantagens dos altos índices de segurança no armazenamento de dados, da flexibilidade de alocação de recursos computacionais e da economia proporcionado por computação em nuvem, o volume de empresas que o utilizarão no Brasil deverá crescer substancialmente. De fato, cada vez mais empresas estão se reorganizando para um formato baseado em serviços e avaliando o impacto da exposição pública de seus serviços para o consumo externo, ou mesmo da implementação de capacidades básicas como autenticação, autorização, versionamento, monitoração, caching, hosting padronizado, governança, etc. Ao longo dos próximos anos esse processo tende a se acelerar, especialmente como consequência do crescimento econômico nos setores de serviços. (ENDLER, 2011)

Com relação ao desenvolvimento de tecnologias de computação em nuvem, tudo indica que as maiores oportunidades para empresas brasileiras estão no desenvolvimento e customização de ferramentas/serviços para plataformas de nuvem (PaaS) e de aplicativos para computação em nuvem (SaaS), uma vez que esses são os tipos de computação em nuvem que por um lado requerem menos investimentos e inovações em hardware, e por outro, possibilitam a exploração de nichos de mercado e mesmo assim obter bons lucros. É de se esperar também que sejam desenvolvidos modelos de negócio – específicos para provedores de nuvem – inovadores e mais apropriados à cultura social e econômica do Brasil.

Ainda de acordo com (ENDLER 2011), algumas oportunidades específicas são enumeradas a seguir:

- a) Existem poucos serviços em nuvem, por exemplo, para logística, gestão de conhecimento, CRM, gestão de projetos ou finanças corporativas, com interface traduzida para a língua brasileira. Menos ainda, se vêem ferramentas e aplicações moldadas para o mercado brasileiro com funcionalidades específicas condizentes com as práticas administrativas e as leis do país;
- b) O desenvolvimento de serviços em nuvem para entidades e órgãos governamentais, para serviços de saúde, de fiscalização tributária, governança eletrônica, etc. Um exemplo concreto dessa tendência é o software de inteligência Harpia, a ser usado conjuntamente pelas Secretarias da Receita Federal e da Previdência Social para controle integrado de tributos e das contribuições à previdência. Ou então, o Sistema Público de Escrituração Digital - SPED¹, que está concretizando a integração das administrações tributárias nas três esferas governamentais: federal, estadual e municipal, além de parcerias com instituições como CVM, Susep e diversos outros órgãos públicos.
- c) Os megaeventos esportivos que o Brasil vai sediar abrem um série de oportunidades para as operadoras de telecomunicações e provedores de TI, e em particular, possibilidades de exportação de serviços na nuvem. Segundo especialistas, a “Copa do Mundo de 2014 e Olimpíada de 2016 vão exigir infraestrutura para processamento em larga escala, que no futuro poderá ser aproveitada para atender o mercado de exportação”.

¹ Implantação da modernização da sistemática atual das obrigações acessórias, transmitidas pelos contribuintes às administrações tributárias e aos órgãos fiscalizadores, utilizando-se da certificação digital para fins de assinatura dos documentos eletrônicos, garantindo a validade jurídica dos mesmos apenas na sua forma digital.

- d) A possibilidade de empresas brasileiras desenvolverem serviços de nuvem para monitoramento ambiental.
- e) Criação meta-serviços em nuvem que agregam valor aos serviços de nuvem, já existentes, que usariam datacentros em qualquer parte do mundo.
- f) Criação de aplicativos de nuvens moveis (móbile cloud), focados na interação, colaboração entre usuários móveis, particularmente através de redes sociais .

No entanto, para que tecnologias e aplicações de computação em nuvem possam ser desenvolvidas e usadas, o país tem uma série de desafios a vencer, tais como, dispor de uma infraestrutura de rede com qualidade de serviço e preços mais baixos, sobretudo por parte das operadoras de celular e custo de mão de obra qualificada. Neste último item, o Brasil tem dois problemas graves. O primeiro deles é o número muito baixo de profissionais de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) que se forma atualmente. Estima-se que a demanda é dez vezes maior. E o segundo que o Brasil é um dos mercados que têm o custo hora/trabalhada mais elevado, devido aos encargos trabalhistas. Esses dois fatores são considerados os grandes obstáculos a expansão tecnológica do país em TIC, e em particular, no desenvolvimento de know-how, serviços e aplicações em nuvem.

5 A UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP) NA ERA DA COMPUTAÇÃO EM “NUVEM”

A USP possui uma infraestrutura de informática coordenada pela Seção Técnica de Informática (STI) que direciona recursos para a comunidade de informática da USP, representada pelo conjunto das Unidades de Ensino – basicamente as diversas Escolas, Faculdades e Institutos da USP, e pelos centros de informática, responsáveis pela execução das atividades centralizadas nos diversos campi.

Em 2003 o Centro de Computação Eletrônica (CCE), que é o centro de informática em São Paulo, inaugurou um novo serviço para a sua comunidade de usuários, que foi a hospedagem, em seu Internet Data Center (IDC), de máquinas de docentes e grupos de pesquisa da USP. Este serviço foi motivado, em primeiro lugar, pela demanda constatada nas interlocuções com diversos pesquisadores da comunidade da USP, da necessidade de contar com um ambiente estável, onde a conectividade de rede estivesse garantida com qualidade e segurança e no qual o provimento ininterrupto de energia elétrica estabilizada e o condicionamento ambiental assegurassem o bom funcionamento dos equipamentos. Em segundo lugar, o serviço era possível porque havia capacidade ociosa instalada e espaço físico abundante. Além disso, o CCE já era o provedor de hospedagem lógica dos *sites* das diversas Unidades de Ensino, provendo servidores, mecanismos de acesso e ambiente de execução para *upload* das páginas Web destas Unidades.

Possuindo capacidade de atendimento em regime de 24x7 e sendo o responsável pelo domínio <usp.br>, o CCE é o natural receptor de reclamações externas relativas a incidentes computacionais, de forma que foi possível montar desde então um grupo de respostas a esses incidentes, com parceria com outros grupos de projeção nacional, como o Cert.br e o CAIS.

Posteriormente, o CCE também se articulou com os centros de informática do interior de SP, que também constituíram equipes para melhor atendimento dos incidentes. Esse movimento foi acompanhado por maciços investimentos na infra estrutura de rede da USPnet, a rede que atende internamente à USP, com ampliação de capacidade do seu *backbone* e melhoria nos acessos de rede através da reestruturação das rede locais. A USPnet é uma rede óptica que opera no padrão Gigabit Ethernet, em processo de migração para a tecnologia 10Gigabit Ethernet. O período 2005-2006 culminou com a aquisição de um supercomputador, então incluído na posição 365 da lista dos 500 computadores mais velozes (top500). Esta aquisição mostrou que a capacidade instalada no Internet Data Center do CCE não era ilimitada, afinal, porque sua instalação praticamente esgotou os recursos de infraestrutura instalados (de energia e controles ambientais).

No ano de 2006 iniciou-se um novo período de gestão de informática da USP e com ele realizou-se um planejamento estratégico englobando os diversos setores de Tecnologia de Informação (TI) coordenados pela STI. As áreas de infraestrutura receberam novos aportes de recursos financeiros, em especial para ampliação das capacidades dos Data Centers, em SP e no interior, e da rede de dados. Um dos grupos de planejamento foi o de Grid computacional, criado para atender a necessidade, constatada então, de continuar crescendo em poder computacional distribuído. Os trabalhos do grupo

de Grid resultaram no que foi então denominado em 2009 de GridUSP, uma infraestrutura compartilhada para processamento científico que disponibilizava *clusters* virtuais à comunidade USP, possibilitada pela aquisição de um *cluster* com 472 núcleos e pelo desenvolvimento realizado pelas equipes do CCE, merecendo divulgação pelo seu caráter inovador (*GridUSP as a central facility to e-Science in Brazil*, revista Zero-In, 2010). O ponto a ressaltar aqui é que o conceito de Grid foi substituído naturalmente pelo conceito de Nuvem, ao longo do seu desenvolvimento. Tanto assim que a infraestrutura construída possibilitou a agregação de outros serviços naturais de Nuvem, que passaram a ser demandados pela comunidade de usuários da USP, como o fornecimento de Plataformas como Serviço (conhecido pela sigla *PaaS – Platform as a Service*), Armazenamento como Serviço (*STaaS – Storage as a Service*) e Software como Serviço (*SaaS – Software as a Service*) - uma decorrência natural da hospedagem de *web sites* que já vinha sendo realizada pelo CCE - serviços esses que foram transferidos para outras plataformas que não o do *cluster* adquirido com o propósito de e-ciência e atualmente utilizado para processamento científico.

Foi criada na Universidade uma Comissão de Comunicação em Redes USP (CECRU) que tem como funções coordenar as ações da STI na área de redes de comunicação. É atribuição da Comissão assessorar a STI e, em conjunto com o CCE, Centros de Informática, Comissões de Informática e Setores de Informática das Unidades da USP e, ainda, a Comissão CloudUSP, propor programas, projetos e estratégias.

Os órgãos que centralizam os sistemas de computação são:

- Centro de Computação e Eletrônica (CCE) no campus de São Paulo,
- Centro de Informática do campus "Luiz de Queiroz (CIAGRI), em Piracicaba-SP,
- Centro de Informática de São Carlos (CISC), em São Carlos-SP,
- Centro de Informática de Ribeirão Preto (CIRP), em Ribeirão Preto-SP,
- Centro de Processamento de Dados (CPDs), em algumas Unidades da Universidade.

Com a Nuvem USP, estes centros serão reunidos em *Internet Data Centers* (IDCs), abrigando um conjunto de supercomputadores formando a "nuvem". Será construído dois IDCs no campus da capital e outros no interior.

A USP é a primeira universidade brasileira a utilizar intensiva e institucionalmente um sistema de computação em "nuvem".

Por iniciativa da Reitoria, a implantação do sistema teve início em 2011 e os principais benefícios da nuvem são: economia de recursos, visibilidade da própria Universidade, sustentabilidade como obsolescência, lixo eletrônico, energia, segurança digital e patrimonial.

Os serviços serão divididos em três domínios:

- 1. Corporativo:** Serviços de endereço eletrônico, pagamentos, recursos humanos, gerenciamento de disciplinas e notas, emissão de diplomas e certificados, convênios, contratos, etc. serão ofertados em dispositivos móveis e computadores terminais (*thin-client*) nas Unidades e nos campi;
- 2. Educacional:** Serviços voltados à graduação, pós-graduação, pesquisa e extensão universitária. A adoção de meios eletrônicos em práticas pedagógicas presenciais, bem como, a disponibilidade dos conteúdos educacionais na forma de mídias digitais.
- 3. Científico:** Serviços relacionados à atividade de investigação científica com ênfase no armazenamento massivo de dados (dados de instrumentação, acervos, etc.) quanto no processamento computacional intensivo. No conceito e-science, permitirá a coleta de informações de forma mais ágil, para os rankings internacionais de avaliação de universidades.

O sistema em "nuvem" permitirá no campo da extensão que as bibliotecas e os museus através da digitalização, disponibilizem virtualmente seus acervos.

A nuvem também propiciará otimizar os recursos de infraestrutura de TI já providos pela Universidade, possibilitando, no caso de uma nuvem científica, que os pesquisadores se ocupem com o seu foco de pesquisa, em vez de ocuparem-se com os instrumentos necessários para que esta pesquisa

se realiza. É claro que, de forma análoga ao que ocorre nas nuvens comerciais, é preciso que esteja disponível certa capacidade instalada em recursos de TI na USP, seja em nível de pessoas capacitadas para o suporte ao funcionamento da nuvem, seja em infraestrutura física e computacional. Atualmente a USP já possui capacidade em alguns nichos e deseja melhorá-la e ampliá-la, para torná-la efetivamente disponível para todos os seus pesquisadores. Tais benefícios podem, eventualmente, ser estendidos aos pesquisadores de outras Universidades, através de convênios, universalizando para sua comunidade acadêmica o conceito e-science.

Com a implantação da nuvem, o usuário USP terá acesso ao leque de serviços por meio do endereço eletrônico da USP e da senha única, como já ocorre nos sistemas administrativos da Universidade. Nesse sentido, a primeira etapa do projeto já está sendo implantada. Até o final do mês de outubro, a comunidade universitária terá disponível um sistema de correio eletrônico com novas ferramentas de comunicação e colaboração.

Algumas Unidades da USP já possuem seu próprio serviço de correio eletrônico. O sistema em “nuvem” permitirá a essas Unidades, bem como a outras que desejem criar ou migrarem seus serviços para um ambiente mais seguro, mantendo a autonomia por meio de gestões individualizadas.

Os usuários terão à sua disposição serviços de correio eletrônico com telas mais modernas e funcionais, que poderão ser personalizadas. A plataforma poderá ser utilizada de qualquer dispositivo — *tablet*, *smartphone*, *notebook* e computador. Serão oferecidos, ainda, avançados recursos de pesquisa nos conteúdos das mensagens, incluindo anexos.

A nova plataforma também oferecerá recursos típicos de um ambiente colaborativo, como lista de contatos, agenda integrada, lista de tarefas e porta-arquivos.

Inicialmente, o serviço terá capacidade de espaço de armazenamento na caixa postal dez vezes maiores do que a atual. Contarão, com modernas ferramentas de *anti-spam*, com detecção em escala global, customização do usuário, mecanismos de *backup* e recuperação.

Várias atividades colaborativas também poderão ser realizadas, como por exemplo: reservas de salas de aulas e projetores poderão ser feitas por mensagens de correio eletrônico e as agendas de alocação poderão ser acessadas por todos que compartilham os recursos. As reuniões de Congregações ou Conselhos de Departamento poderão ser inseridas e atualizadas pelos responsáveis e aparecerão automaticamente na agenda dos docentes, servidores técnico-administrativos e alunos envolvidos. Docentes poderão compartilhar seus arquivos com os alunos sem o uso de anexos e, ainda, realizar a gerência temporal de algumas atividades, como acompanhamento de orientandos.

Os recursos já despendidos no projeto Nuvem USP, oriundos do orçamento da USP, são de cerca de R\$ 200 milhões. Na aquisição de equipamentos para integrar a “nuvem”, foram investidos cerca de R\$ 120 milhões. A Nuvem USP é viabilizada com a realização de um conjunto de projetos em infraestrutura de redes físicas, redes sem fio e IDCs em todos os campi.

6 CONCLUSÕES

Este trabalho permitiu ter uma visão geral da computação em nuvem no âmbito nacional e internacional, apresentando as perspectivas de crescimento e as oportunidades para as empresas como modelos de negócios.

A tendência é de que mais instituições públicas e privadas façam uso da computação em nuvem nos próximos anos, permitindo melhoria na qualidade dos serviços oferecidos a seus usuários.

Quanto a USP, vários projetos visando o bom funcionamento e desempenho de toda a infraestrutura do CloudUSP estão em andamento e com certeza, novos projetos também estarão sendo planejados, uma vez que, para a total implantação torna-se necessário grandes investimentos, pessoal qualificado e total apoio da administração, no caso, a reitoria.

Referente ao Sistema Integrado de Bibliotecas vir a usar recursos da CloudUSP, é uma questão de tempo, pois há projetos apresentados como por exemplo, a implantação da infraestrutura para as aplicações corporativas que englobam as bibliotecas digitais. Dentre elas podemos destacar: Portal de Busca Integrada, Biblioteca Digital da Produção Intelectual, Portal de Revistas USP, Portal de Workshops de Publicação Científica, Portal de Obras Raras.

Em vários rankings, a USP tem aparecido como a melhor universidade da América Latina e para isso tem feito um investimento que está mudando radicalmente a infraestrutura da TI, principalmente com a implantação do CloudUSP, trazendo inúmeros benefícios nos serviços corporativo, educacional e científico, mudando inclusive a percepção nas universidades, antes muito comum só no ambiente corporativo, de que é preciso competir e se posicionar melhor no mercado, fazendo uso eficiente da tecnologia.

A principal mudança que a Computação em nuvem traz para a USP é a centralização dos serviços de TI que antes cada unidade tinha total autonomia, gerando inúmeros servidores, provedores, clusters, CPDs, ocasionando muitas vezes a ociosidade dos equipamentos, problemas de suporte, manutenção, disponibilidade, infraestrutura e recursos sendo subutilizados.

REFERÊNCIAS

Boletim USP Destaques. São Paulo, n. 66, 13 de set. 2012. Disponível em: <http://www.usp.br/imprensa/wp-content/uploads/USP-Destaques_66.pdf>. Acesso em: 10 out. 2012.

Radfahrer, L. (2012). *Enciclopédia da Nuvem*. São Paulo: Campus.

CHAVES, Sidney. **A questão dos riscos em ambientes de computação em nuvem**. 2011. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-01022012-183255/>>. Acesso em: 2012-09-28.

COMPUTAÇÃO NAS NUUVENS. **Vantagens e desvantagens da Computação nas Nuuvens**. Disponível em: <<http://computacaonuvem.blogspot.com.br/2011/03/vantagens-e-desvantagens-da-computacao.html>>. Acesso em: 04 out. 2012.

COORDENADORIA DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO. Cloud USP. São Paulo, Superintendência de Tecnologia da Informação, 2011. Disponível em: <http://www.cti.usp.br/?q=node/5370>. Acesso em 04 out. 2012.

ENDLER, Markus; VITERBO, José; FONSECA, Hubert. Relatório 3: Perspectivas e desafios da Computação em nuvem na Internet do futuro. Rio de Janeiro, PUC-Rio, 2011. Disponível em: <http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/paperlinks/TechReports/CPqD-rel3.pdf>>. Acesso em: 11 de out. 2012.

FLEXER. Computação em nuvem: vantagens e desvantagens. Disponível em: <<http://www.flexer.com.br/blog/computacao-em-nuvem-vantagens>>. Acesso em 18 set. 2012.

GARTNER. **Gartner says cloud computing will be as influential as e-business**. Disponível em: <<http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=707508>>. Acesso em: 25 set. 2012.

GATTI, C. **Vantagens e desafios da computação em nuvem**. Disponível em <<http://olhardigital.uol.com.br/negocios/cloud-virtualizacao/noticias/vantagens-e-desafios-da-computacao-em-nuvem>>. Acesso em: 27 de set. 2012.

GUERRA, Fernando C. G. D.; VELOSO, Marcelo de Alencar; MASSENSINI, Rogério Luís. Cloud computing: questões críticas para a implementação em organizações públicas. In: CONGRESSO CONSAD DE GESTÃO PÚBLICA, Brasília, 2012.

INFO. **AT&T oferece cloud computing**. Disponível em: <<http://info.abril.com.br/aberto/infonews/082008/05082008-20.shl>>. Acesso em: 25 set. 2012.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY (NIST). The NIST definition of cloud computing. Gaithersburg, MD (US) : NIST, Jul/2009.

OGURA, Denis Ryoji. **Uma metodologia para caracterização de aplicações em ambientes de computação nas nuvens**. 2011. Dissertação (Mestrado em Sistemas Digitais) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3141/tde-12032012-114518/>>. Acesso em: 2012-09-28.

OLHAR DIGITAL. **América Latina lidera adoção de aplicações em cloud computing**. Disponível em: <http://olhardigital.uol.com.br/negocios/digital_news/noticias/america-latina-lidera-adocao-de-aplicacoes-em-cloud-computing>. Acesso em: 02 out. 2012.

PEIXOTO, Maycon Leone Maciel. **Oferecimento de QoS para computação em nuvens por meio de metaescalonamento**. 2012. Tese (Doutorado em Ciências de Computação e Matemática Computacional) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-05092012-163202/>>. Acesso em: 2012-10-04.

SISNEMA. **Cloud computing – novo modelo de computação**. Disponível em:
<<http://sisnema.com.br/Materias/idmat019433.htm>>. Acesso em: 25 set. 2012.

SMITH, Roger. Computing in the cloud. Research-Technology Management. Industrial Research Institute. V. 52, n.5, p. 65-68, Sep-Oct/2009.

TAURION, C. **Cloud computing : computação em nuvem : transformando o mundo da tecnologia da informação**. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

WIKIPEDIA ENCICLOPÉDIA ELETRÔNICA. Disponível em:
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Computa%C3%A7%C3%A3o_em_nuvem>. Acesso em: 04 out. 2012.