

Sistemas Produtivos e Desenvolvimento Profissional: Desafios e Perspectivas**Serviços de Platform as a Service (PaaS) como plataforma para inovação**

JOSÉ ROBERTO MADUREIRA JUNIOR
Faculdade de Tecnologia de Jundiaí - SP – Brasil
madujr@gmail.com

ADANÍ CUSIN SACILOTTI
Faculdade de Tecnologia de Jundiaí - SP – Brasil
prof.adani@fatec.sp.gov.br

REGINALDO SACILOTTI
Faculdade de Tecnologia de Jundiaí - SP – Brasil
prof.regsac@gmail.com

ADRIANA RODRIGUES
Universidade Federal de São Paulo - SP – Brasil
arodrigues.adriana@gmail.com

Resumo

Observamos nos últimos anos, plataformas e *softwares* disponibilizados como serviços para serem utilizados em ambientes de *Cloud Computing*. Os benefícios obtidos com esta tecnologia tem sido expressivos, tanto para grandes corporações quanto para o usuário comum, que usufrui principalmente da mobilidade, integração e inteligência das aplicações. Isso tem melhorado a flexibilidade, reduzido o custo total dos negócios e provido serviços sob demanda. A *PaaS* oferece uma infraestrutura de alto nível para implementar e testar aplicações na *Cloud*, proporcionando dinamismo e inovação para o cliente. Este trabalho tem como objetivo pesquisar e estudar a *PaaS*, mostrando benefícios, vantagens, desafios e serviços oferecidos.

Palavras-chave: *Cloud Computing*, Inovação, Arquitetura de Sistemas, *PaaS*.

Abstract

In recent years, we have observed platforms and software available for use in cloud computing environments. The benefits obtained with this technology have been significant, both for large corporations and for the average user, who enjoys mainly mobility, integration and intelligence applications. This has been improving flexibility, reducing total cost of business and providing services on demand. PaaS offers a high level of infrastructure to implement and test applications in the cloud, providing dynamism and customer innovation. This paper aims to research and study the PaaS, showing benefits, advantages, challenges and services offered.

Keywords: *Cloud Computing*, Innovation, System Architecture, *PaaS*.

1. Introdução

A construção da web (ou *Word Wide Web* - WWW) nos moldes que é conhecida atualmente teve início na década de 90 quando Tim Berners-Lee iniciou a construção das linguagens, protocolos e artefatos de *software* necessários para o seu funcionamento. Vinte anos mais tarde, a web estava presente na vida de bilhões de pessoas em todos os continentes. Ela também passou por uma série de evoluções que permitiram uma variedade de aplicações não previstas pelo seu criador e que levaram a composição do cenário atual (ASSAD *et al.*, 2012).

A expansão da internet e conexão de uma grande variedade de sensores, computadores, laboratórios de pesquisa, câmeras, telefones e similares levou a um crescimento gigantesco na quantidade de dados gerados. No entanto, a tecnologia disponível para armazená-los era menor do que o necessário para a quantidade de informações geradas no planeta que a cada ano, aumenta em um ritmo acelerado (ASSAD *et al.*, 2012). Com isso, surge a necessidade do desenvolvimento de uma tecnologia de armazenamento segura e confiável que pudesse atender a demanda crescente de espaço de armazenamento e que também, permitisse a otimização das operações das organizações a um baixo custo.

Foi esse cenário que permitiu que o *Cloud Computing*¹ surgisse como um modelo de entrega e de acesso a dados no qual, os recursos virtualizados e dinamicamente escalados são entregues como um serviço por meio da internet. Este modelo fornece um ambiente adequado de desenvolvimento para recursos rápidos de plataformas operacionais, para ambientes de aplicação e de *backup* e também para o armazenamento de dados a baixo custo (GOELEVEL *et al.*, 2011).

Este trabalho tem como objetivos principais analisar o estado da arte dos principais serviços de *Cloud Computing* em especial, o do modelo de entrega *Platform as a Service* (PaaS) e apresentar os propósitos de uso e as possíveis aplicações desse modelo no mundo corporativo por meio da apresentação de um estudo de caso e de um levantamento bibliográfico sobre o assunto.

Este estudo se mostra relevante tanto para os profissionais ligados diretamente a tecnologia da informação (TI) e inovação tecnológica quanto para profissionais de diversas áreas, pois, a utilização do *Cloud Computing* é uma forte tendência de mercado e vem se fixando como uma nova arquitetura de TI.

2. Definição, características e modelos

O *Cloud Computing* é um modelo de novas operações que reúne para execução dos negócios, de maneira diferenciada, um conjunto existente de tecnologias. A utilização de tecnologias já conhecidas, tais como a virtualização e preços baseados no uso, em um novo modelo de computação gera diferentes percepções sobre o assunto.

Um exemplo dessa situação é visualizado no trabalho de Vaquero *et al.* (2009) que apresenta mais de vinte definições desse modelo que são comparadas entre si para a obtenção de uma definição padrão (ZHANG *et al.*,

¹ *Cloud Computing*, em português, Computação em Nuvem, também muito conhecido como simplesmente *Cloud*, Nuvem, em português.

2010). Neste trabalho, adotamos a definição fornecida pelo *National Institute of Standards and Technology* (NIST) que define *Cloud Computing* como:

Um modelo para permitir conveniente acesso à rede sob demanda e a um conjunto compartilhado de recursos de computação configurável (por exemplo, redes, servidores, armazenamento, aplicativos e serviços) que podem ser rapidamente fornecidos e liberados com mínimo esforço de gestão ou interação do fornecedor de serviços (NIST, 2011, tradução nossa)².

A definição do NIST descreve o *Cloud Computing* por meio de cinco características essenciais, três modelos de serviço e quatro modelos de implementação. As características essenciais são (BAUN *et al.*, 2011; NIST, 2011):

- *Self-service* sob demanda: os recursos computacionais podem ser adquiridos pelo usuário unilateralmente conforme a sua necessidade sem qualquer interação humana;
- Amplo acesso à rede: recursos computacionais são disponibilizados na rede em tempo real e acessados por meio de mecanismos padronizados que possibilitam a utilização por meio de plataformas *thin* ou *thin client* (por exemplo, celulares, *tablets*, *laptops* e *desktops*);
- *Pool* de recursos: os recursos computacionais do fornecedor são agrupados de forma a atender múltiplos usuários (modelo *multi-tenant*), com diferentes recursos físicos e virtuais que são dinamicamente distribuídos de acordo com a demanda de cada usuário;
- Elasticidade rápida: os recursos computacionais são provisionados de forma rápida e elástica, em certos casos automaticamente, para atender a necessidade do usuário dando a impressão de serem ilimitados;
- Serviços mensuráveis: para garantir a transparência tanto para o fornecedor como para o usuário, a utilização dos recursos deve ser monitorada, controlada e reportada de forma quantitativa e qualitativa.

As cinco características essenciais acima se aplicam a todos os serviços de *Cloud Computing*, mas, cada *Cloud* oferece aos usuários serviços em um nível diferente de abstração e/ou modelo de entrega. Os três modelos de entrega mais comuns são (BAUN *et. al.*, 2011; NIST, 2011):

- *Software as a Service* (SaaS) - é o modelo de implantação de *software* no qual, a aplicação é licenciada para ser usada como serviço que será provido para clientes sob demanda através da internet. Exemplos: Salesforce CRM e Google Docs;
- *Platform as a Service* (PaaS) - modelo que fornece uma plataforma para o desenvolvimento, suporte e entrega de aplicações e serviços disponíveis por meio da internet. Exemplos: *Google App Engine* e *Microsoft Azure Cloud Services*;
- *Infrastructure as a Service* (IaaS) - modelo que fornece infraestrutura de *hardware* (servidores, *storage*, redes) e é típico de um ambiente virtualizado disponível como serviço por meio da internet. Exemplos: *Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)* e *Rackspace Cloud Servers*.

Os modelos de entrega descritos na definição do NIST são implantados em *Clouds*, mas há diferentes graus de compartilhamento e de modelo de

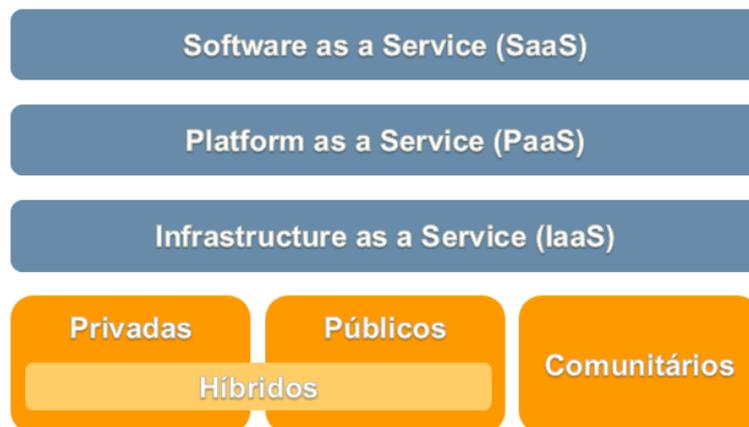
² "A model for enabling convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g., networks, servers, storage, applications, and services) that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or service provider interaction" (NIST, 2011).

implantação. Os quatro modelos de implantação mais comuns são (NIST, 2011; REESE, 2009):

- Públicos - são centros de dados virtualizados fora do *firewall* da empresa. Geralmente, um provedor de serviços disponibiliza pela internet recursos sob demanda para as empresas;
- Privados - são centros de dados virtualizados dentro do *firewall* da empresa. Podem também ser um espaço privado dedicado a uma determinada empresa dentro de um centro provedor de *Cloud Computing* de dados;
- Comunitários - ocorrem quando diversas organizações compartilham os recursos de uma mesma infraestrutura de *Cloud Computing*;
- Híbridos - combinam os aspectos de implantação dos públicos e privados.

Uma visão geral dos modelos de implantação mais comuns em serviços de *Cloud Computing* é apresentada na Figura 1, onde os três modelos de serviço de entrega podem ser aplicados sob quaisquer dos quatro modelos de implantação.

Figura 1 - Visão geral dos modelos de entrega e de implantação



Fonte: NIST, 2011; SRIRAM; KHAJEH-HOSSEINI, 2010

O SaaS oferece serviços para o consumidor utilizar um provedor de aplicações rondando na nuvem sem a necessidade de gerenciar a infraestrutura necessária. O PaaS fornece a plataforma necessária para rodar um aplicativo e o controle do consumidor sobre implementações, configurações e hospedagens. No IaaS a infraestrutura é disponibilizada ao consumidor para processamento, armazenamento, redes e recursos necessários para implantar e executar um software que pode ser desde um sistema operacional até um aplicativo.

Nos modelos de implantação, a nuvem privada é destinada exclusivamente a uma organização, permitindo que esta apresente vários consumidores ou unidades de negócio. Na nuvem pública o uso é aberto ao público em geral. A nuvem comunitária é exclusiva para o uso de uma comunidade de consumidores de organizações, com objetivos e preocupações comuns. A infraestrutura de uma nuvem híbrida mostra a composição de pelos menos dois modelos de implantação.

3. Platform as a Service

Na revisão de literatura realizada para elaboração desse artigo, não foi encontrado um estudo específico sobre o modelo de entrega PaaS entretanto, o material consultado permitiu apresentar os benefícios, os serviços e o valor agregado desse modelo de entrega.

Em pesquisas recentes realizadas pela Dzone Research (2014), foi revelado que 58% dos entrevistados utilizam serviços de PaaS para produção de softwares.

O modelo de entrega de PaaS consiste em sistemas operacionais, componentes prontos e em *frameworks* de aplicação construídos sobre a camada de infraestrutura. Ele tem por finalidade minimizar as dificuldades de implantação de uma aplicação diretamente em máquinas virtuais. Por exemplo, o *Google App Engine* é um serviço que utiliza esse modelo de entrega para dar suporte para implementação da lógica de negócios e para o armazenamento e banco de dados para aplicações (VECCHIOLA *et.al*, 2009; ZHANG *et.al*, 2010).

Na utilização do PaaS, dois benefícios principais podem ser destacados (VIVEIROS, 2014):

- Produtividade - o modelo facilita e agiliza a implantação da aplicação uma vez que, elimina a necessidade de um pessoal dedicado à administração de sistemas (balanceamento de carga, replicação, *cluster*, instalação e configuração *middlewares*³). Além disso, a maior parte dos fornecedores de serviços de PaaS oferece aos seus usuários uma camada de componentes prontos visando maior agilidade no desenvolvimento.
- Desenvolvimento focado no negócio - uma vez que os serviços de PaaS liberam a equipe de tarefas ligadas a administração do sistema, essa pode se concentrar no crescimento do negócio. Além disso, a utilização do PaaS permite que uma aplicação com demanda de milhares de requisições por segundo tenha o mesmo grau de complexidade técnica de uma requisição por segundo.

Apesar das grandes vantagens, alguns pontos de atenção devem ser destacados na hora de trabalhar com o PaaS, a saber (PIETERS, 2011; REESE, 2009; VIVEIROS, 2014):

- Segurança - cada modelo de entrega possui características relacionadas à segurança bem diferentes no caso do PaaS, o usuário divide com o fornecedor a responsabilidade pela segurança;
- Aprisionamento (*lock-in*) – ao utilizar uma camada proprietária com o objetivo de reduzir o custo e acelerar a entrega de produto, como ocorre no modelo de PaaS, pode ser gerado o efeito de *lock-in* que dificulta a migração da plataforma do produto para outro fornecedor de serviço de PaaS;
- Restrição a produtos prontos - aplicações que façam uso de produtos prontos como base para desenvolvimento (como exemplo *Sharepoint*, *Drupal* e *Magento*) necessitam de maior flexibilidade e controle sobre a infraestrutura sendo mais adequado neste caso, a utilização de serviços IaaS.

Embora os serviços de PaaS não tenham o mesmo grau de maturidade dos outros modelos de entrega, eles estão utilizados para a criação de uma ampla gama de serviços para atender o mercado consumidor de *Cloud*

³ Programa que realiza a mediação entre software e demais aplicações, sendo exemplo servidores de aplicação.

Computing. A seguir serão apresentados alguns dos principais serviços oferecidos pelos fornecedores do modelo de entrega de PaaS:

- *AWS Elastic Beanstalk* (serviço de PaaS da divisão de *Cloud Computing* da *Amazon*) possibilita a implantação de aplicativos de maneira fácil, onde a gestão dos detalhes de implantação, tais como balanceamento de carga, escalonamento automático e monitoramento do status do aplicativo, são realizados de maneira automática pelo serviço. Esse serviço reduz a complexidade de gerenciamento sem restringir a escolha ou controle e traz suporte para as linguagens de desenvolvimento como *Java*, *.NET*, *PHP*, *Node.js*, *Python*, *Ruby*, *Go* e *Docker* (AMAZON, 2015; DZONE RESEARCH, 2014; REESE, 2009);
- *Google App Engine* - fornece uma plataforma para o desenvolvimento, suporte e entrega de aplicações e serviços disponíveis através da internet e hospedados nos *data centers* do Google. Com ofertas, o *Google* permite o desenvolvimento de aplicações web em *Java* (ou qualquer linguagem outra que compile para a máquina virtual *Java*), em *Python*, em *PHP* e em *Go*. Além disso, oferece o dimensionamento e balanceamento de carga automático e a integração com outros serviços em *Cloud Computing* do *Google* (DZONE RESEARCH, 2014; INFOQ, 2012; REESE, 2009);
- *Microsoft Azure Cloud Services* - oferece uma ampla gama de funcionalidades para implantar aplicações e API sem necessidade de lidar com detalhes, como provisionamento e balanceamento de carga, que ficam por conta do *Microsoft Azure*. A plataforma oferece um sistema operacional em *Cloud Computing* e ferramentas para que desenvolvedores possam criar aplicativos utilizando linguagens como *JavaScript*, *Python*, *.NET*, *PHP*, *Java* e *Node.js* e com acesso a todo o poder da plataforma, contando com faturação por minuto (DZONE RESEARCH, 2014; MICROSOFT, 2015);
- *IBM BlueMix* - ambiente de plataforma baseado em padrões abertos de *Cloud Computing* do projeto *Cloud Foundry*, que oferece um serviço de plataforma para criar, implementar e gerenciar rapidamente aplicativos da web, móveis, de *Big Data* e de dispositivos inteligentes. O *Cloud Foundry* oferece suporte para linguagens como *Java*, *Ruby*, *PHP*, *Go* e *Python* (DZONE RESEARCH, 2014; IBM, 2015);
- *OpenShift Online* - serviços de PaaS da *Red Hat* que oferecem uma plataforma e entrega rápida de aplicativos em um ambiente de *Cloud Computing*, suportando nativamente linguagens como *Java*, *Ruby*, *Python*, *Perl*, *PHP* e *JavaScript* (DZONE RESEARCH, 2014);
- *Heroku* - plataforma de *Cloud Computing* da *Sales Force* que permite aos desenvolvedores criar, fornecer, monitorar e escalar aplicativos. Disposto de uma biblioteca com mais de 140 *add-ons*, possibilita a criação de aplicativos modernos, sustentáveis que podem estendidos instantaneamente como uma funcionalidade que utiliza no seu desenvolvimento linguagens como *Ruby*, *Java*, *Node.js*, *Python*, *PHP*, *Clojure*, *Scala* e *Go* (DZONE RESEARCH, 2014; HEROKU, 2015).

Os benefícios dos serviços de PaaS são notados a medida que mais empresas os utilizam em suas aplicações web e móveis. Todos os serviços apresentados anteriormente oferecem ferramentas necessárias para a codificação ágil, teste e implantação de aplicações em ambiente de *Cloud Computing* (KNORR, 2013).

4. Metodologia

A pesquisa para a realização deste artigo foi dividida em três etapas. A primeira consiste na revisão da literatura sobre *Cloud Computing* e sua utilização na integração de aplicações empresariais, a partir de bases bibliográficas de artigos científicos e livros especializados nos temas da pesquisa. A segunda abrange um estudo sobre PaaS com o objetivo de extrair informações sobre tendências para sua utilização, benefícios, vantagens e serviços oferecidos. A terceira centra-se no estudo de caso da *Daffdil Software*, uma empresa prestadora de serviços de TI e a análise das vantagens e desafios do uso desta tecnologia.

5. Estudo de Caso *Daffdil Software*

A *Daffdil Software* é uma empresa prestadora de serviços de TI com mais de 180 funcionários espalhados em seus escritórios no Estados Unidos, Cingapura, Emirados Árabes Unidos e na sede na Índia. Seu principal produto é uma suíte de aplicativos que incluem uma aplicação integrada de gestão empresarial, uma gestão de relacionamento com o cliente e um aplicativo para as escolas (GOOGLE, 2015).

Para economizar recursos e eliminar a necessidade de lidar com o crescimento do número de usuários, a empresa optou por não estabelecer infraestrutura local para hospedar suas aplicações, colocando-as em ambiente de *Cloud Computing*.

A primeira opção da empresa foi utilizar como infraestrutura das suas aplicações a *Amazon EC2* (serviço de IaaS) e o banco de dados *MySQL* para gerenciar as bases de dados de suas aplicações. Com a utilização do serviço da *Amazon*, a *Daffdil* usou o modelo de *Cloud Computing* para otimizar suas operações mas, por se tratar de um serviço de entrega no modelo IaaS, a implantação e escalabilidade foram complexas (GOOGLE, 2015).

5.1 Solução

Em setembro de 2010, a *Daffdil* passou a utilizar o *Google App Engine* o que permitiu que a sua equipe de TI realizasse, construísse e implantasse seus aplicativos na mesma infraestrutura que alimenta os aplicativos do *Google* e, sem se preocupar com aumento no número de usuários uma vez que, a escalabilidade da aplicação passou a ser realizada automaticamente pelos serviços de PaaS do *Google* (GOOGLE, 2015).

Como sugestão do próprio *Google*, a *Daffdil* utilizou o serviço *Google Cloud SQL* o que permitiu ganhar recursos de indexação e *filtering* dinâmicas que agilizaram a classificação dos dados para os usuários finais da empresa. Outro ganho foi na facilidade de gestão dos bancos de dados que passou a ser realizada por meio de uma interface simples, intuitiva e que replica dados em várias regiões geográficas eliminando a preocupação da empresa com possíveis perdas de dados do usuário.

5.2 Resultados

Com a utilização do *Google App Engine* e *Google Cloud SQL*, a equipe de TI da *Daffdil* economizou 80 horas por mês no desenvolvimento, teste e

implantação de suas aplicações e no gerenciamento de seus bancos de dados. Além disso, a escalabilidade automática oferecida pelos serviços de *PaaS* possibilitou lidar com surtos na utilização sem se desprender da equipe para gestão da aplicação (GOOGLE, 2015). Outro ponto que merece destaque é a redução pela metade no tempo de lançamento de novos produtos no mercado com a utilização dos serviços de *Cloud Computing* do *Google* pela *Daffdil*.

Para projetos futuros, a equipe da *Daffdil* pretende otimizar suas aplicações utilizando outros serviços do *Google*, como por exemplo o *API Google Prediction*, serviço que permitirá a aplicação de uma gestão de relacionamento com o cliente e a previsão das vantagens para um possível cliente se tornar cliente *Daffdil* e o *Full Text Search API*, que ajudará os usuários a recuperar dados de seus clientes finais com maior facilidade (GOOGLE, 2015).

6. Considerações finais

Com base no que foi apresentado ao longo desse artigo, é possível afirmar que os serviços de *PaaS* deixaram de ser uma simples tendência e se tornaram reais e têm sido cada vez mais presentes no cotidiano das grandes corporações. No entanto, alguns anos ainda serão necessários para que os serviços desse modelo atinjam o mesmo grau de compartilhamento e maturidade dos outros modelos de entrega (*IaaS* e *SaaS*).

Os serviços de *PaaS* tem se destacado de forma considerável devido ao número vantagens obtidas pela sua utilização entre elas, destacam-se o aumento da produtividade e o enfoque da equipe técnica no crescimento do negócio e desenvolvimento de aplicativos de forma ágil e em diferentes linguagens. Vantagens essas presentes nos cinco principais serviços deste modelo de entrega - *AWS Elastic Beanstalk*, *Google App Engine*, *Microsoft Azure Cloud Services*, *IBM BlueMix*, *OpenShift Online* e *Heroku*.

Para que fosse possível realizar uma análise do panorama de uso desse modelo de *Cloud Computing*, foi adotada a metodologia de estudos de caso que, segundo o ponto de vista dos autores, permite visualizar melhor as formas de implementação deste modelo computacional. Uma característica que foi encontrada no estudo sobre a *Daffdil Software* foi que a utilização dos serviços de *PaaS* permitiu a liberação das equipes da tarefa de administração dos sistemas. E, de fato, é algo que os serviços de *PaaS* podem fazer para permitir que as empresas concentrem suas forças no desenvolvimento de seus negócios específicos. Desta forma, observou-se uma redução considerável de tempo no desenvolvimento, teste e implantação de suas aplicações e no gerenciamento de seus bancos de dados bem como a despreocupação em lidar com o crescimento do número de usuários nos softwares disponibilizados ao consumidor.

Por mais que seja notória a importância desse modelo de entrega e do crescimento da sua utilização, ainda é necessário a realização de estudos sobre o assunto que permitirão entender mais profundamente como ocorrem as inter-relações do *PaaS* e de outros modelos de *Cloud Computing* com outras áreas computacionais e de negócios. Desta forma, será possível disseminar o uso dessa tecnologia e desenvolver serviços que atendam as necessidades de diversos usuários.

Referências

AMAZON Web Services. **AWS Elastic Beanstalk**: Plataforma como serviço. Disponível em: <<http://aws.amazon.com/pt/elasticbeanstalk/>>. Acesso em: 13 jun. 2015.

ASSAD, Rodrigo Elia et al. Desafios em Cloud computing: Armazenamento, Banco de Dados e BIG Data. In: MACEDO, Alessandra Alaniz et al. **Tópicos em Multimídia, Hipermídia e Web**: Minicursos. São Paulo: Sociedade Brasileira de Computação, 2012. Cap. 3, p. 75-116.

BAUN, Christian et al. **Cloud Computing**: Web-Based Dynamic IT Services. Berlin, Germany: Springer Publishing Company, 2011. 109 p.

DZONE RESEARCH. **2014 CLOUD PLATFORM RESEARCH REPORT**. Disponível em: <<http://library.dzone.com/assets/download/whitepaper/d03572db96ad57b0dd5857c8bce239ed>>. Acesso em: 01 dez. 2014.

GOELEVELN, Yves et al. Architectural Requirements for Cloud Computing Systems: An Enterprise Cloud Approach. **Journal of Grid Computing**, Springer Netherlands, v. 9, n. 1, p.3 – 9, 01 mar. 2011.

GOOGLE. **Software Firm Slashes App Development Time in Half with Google App Engine and Google Cloud SQL**. Disponível em: <<https://cloud.google.com/customers/daffodil/>>. Acesso em: 12 maio 2015.

HEROKU. **What is Heroku**. Disponível em: <<https://www.heroku.com/what>>. Acesso em: 12 maio 2015.

IBM. **Visão geral do Bluemix**. Disponível em: <<https://www.ng.bluemix.net/docs/overview/overview.html>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

INFOQ. **Novo IaaS do Google oferece Linux na nuvem**. Disponível em: <<http://www.infoq.com/br/news/2012/07/google-compute-engine>>. Acesso em: 16 Jul. 2012.

KNORR, Eric. **9 trends for 2014 and beyond**. Disponível em: <<http://www.infoworld.com/t/cloud-computing/9-trends-2014-and-beyond-230099>>. Acesso em: 04 nov. 2013.

MICROSOFT. **Cloud Services**: Deploy web apps & APIs. Disponível em: <<http://azure.microsoft.com/en-us/services/cloud-services/>>. Acesso em: 21 jun. 2015.

NIST. The NIST **Definition of Cloud Computing**. Disponível em: <<http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2011.

PIETERS, Wolter. Security and privacy in the clouds: a bird's eye view. In: **Computers, Privacy and Data Protection: an Element of Choice**. Springer Netherlands, 2011. Cap. 21, p. 445 - 457.

REESE, George. **Cloud Application Architectures: Building Applications and Infrastructure in the Cloud**. CA, United States/Sebastopol: O'Reilly Media, 2009. 208 p.

SRIRAM, Ilango; KHAJEH-HOSSEINI, Ali. Research Agenda in Cloud Technologies. In: 1st ACM Symposium SYMPOSIUM ON CLOUD COMPUTING (SOCC 2010), 2010, Indianapolis, IN, EUA. **Proceedings...** . New York, NY, EUA: ACM Press, 2010.

VECCHIOLA, Christian; CHU, Xingchen; BUYYA, Rajkumar. **Aneka: A Software Platform for .NET-based Cloud Computing**. In: W. Gentsch, L. Grandinetti, G. Joubert (Eds.). High Speed and Large Scale Scientific Computing. Amsterdam, Netherlands: IOS Press. 2009. p.267 – 295.

VIVEIROS, Daniel. **Plataforma como serviço é o verdadeiro pote de ouro de Cloud Computing**. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/ciandt/cloud-paaspt>>. Acesso em: 20 out. 2014.

ZHANG, Qi; CHENG, Lu; BOUTABA, Raouf. Cloud computing: state-of-the-art and research challenges. **Journal of Internet Services and Applications**, Springer London, v. 1, p.7 - 18, 01 maio 2010.