

# COMPUTAÇÃO EM NUVEM

**Hélder Pereira Borges<sup>1,2</sup>, José Neuman de Souza<sup>2</sup>, Bruno Schulze<sup>3</sup>, and Antonio Roberto Mury<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Federal Institute of Education, Science and Technology of Maranhão, São Luís, Brasil

<sup>2</sup>Department of Computing, Federal University of Ceará, Fortaleza, Brasil

<sup>3</sup>Department of Computing, National Laboratory for Scientific Computing, Petrópolis, Brasil

helderpb@hotmail.com, {bruno.schulze, neuman.souza, a.roberto.m}@gmail.com

## RESUMO

A computação em nuvem tem se estabelecido nos últimos anos como uma importante plataforma de pesquisa que apresenta uma série vantagens e de estimulantes desafios. Tarefas como obtenção, compartilhamento, manipulação e exploração de enorme quantidade de dados são absolutamente comuns no cenário atual, porém a execução das mesmas demanda um grande volume de recursos.

A computação em nuvem pode contribuir com este cenário a medida que pode disponibilizar de forma indefinida recursos de processamento, memória, armazenamento, dentre outros, para utilização imediata.

A disponibilidade destes recursos agrega uma série de vantagens para as organizações e usuários, visto que preocupações com complexas instalações e manutenções de infra-estruturas deixam de existir e passam a ser de exclusiva responsabilidade dos provedores de serviços, além de possibilitar que os usuários se concentrem exclusivamente nas regras dos negócios que lhes são pertinentes.

Este cenário de escalabilidade de serviços, processos e infra-estrutura quase ilimitados não possui precedentes e efetivamente melhora a flexibilidade relacionada a estruturas de tecnologia de informação (TI) bem como pode diminuir o custo total dos negócios pelo provimento de serviços sob demanda.

**Palavras Chaves:** Computação em nuvem, IaaS, PaaS, SaaS.

# SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| RESUMO .....                                  | i  |
| SUMÁRIO.....                                  | ii |
| LISTA DE FIGURAS .....                        | vi |
| 1. INTRODUÇÃO .....                           | 1  |
| 1.1 Motivação .....                           | 1  |
| 1.2 Objetivo e Contribuição.....              | 2  |
| 1.3 Estrutura do Trabalho .....               | 2  |
| 2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS .....               | 3  |
| 2.1 Introdução .....                          | 3  |
| 2.2 Definições .....                          | 3  |
| 2.3 Características Essenciais .....          | 4  |
| 2.3.1 Virtualização de Recursos .....         | 5  |
| 2.3.2 Serviços sob demanda.....               | 5  |
| 2.3.3 Independência de localização.....       | 5  |
| 2.3.4 Elasticidade e Escalabilidade .....     | 6  |
| 2.3.5 Medição dos Serviços .....              | 6  |
| 2.3.6 Repositório de Recursos .....           | 7  |
| 2.4 Modelos de Serviços .....                 | 7  |
| 2.4.1 Infraestrutura como Serviço - IaaS..... | 8  |
| 2.4.2 Plataforma como Serviço - PaaS .....    | 9  |
| 2.4.3 Software como Serviço - SaaS .....      | 10 |
| 2.4.4 Outros serviços .....                   | 10 |
| 2.5 Modelos de Implantação.....               | 10 |
| 2.5.1 Nuvem Privada.....                      | 10 |

|   |    |
|---|----|
| 2.5.2 Nuvem Pública .....                       | 11 |
| 2.5.3 Nuvem Comunidade .....                    | 12 |
| 2.5.4 Nuvem Híbrida.....                        | 13 |
| 2.6 Papéis na nuvem.....                        | 14 |
| 2.7 Cenários na nuvem .....                     | 16 |
| 2.7.1 Usuário final – Nuvem.....                | 17 |
| 2.7.2 Organização – Nuvem – Usuário final ..... | 17 |
| 2.7.3 Organização – Nuvem.....                  | 18 |
| 2.7.4 Organização – Nuvem – Organização .....   | 19 |
| 2.8 Conclusão .....                             | 19 |
| 3. INFRA-ESTRUTURA COMO SERVIÇO - IaaS.....     | 20 |
| 3.1 Introdução .....                            | 20 |
| 3.2 Componentes e conceitos .....               | 20 |
| 3.3 Características e desafios .....            | 20 |
| 3.3.1 Máquinas Virtuais .....                   | 20 |
| 3.3.2 Discos Virtuais.....                      | 21 |
| 3.3.3 Região Geográfica .....                   | 21 |
| 3.3.4 Zonas isoladas de falhas.....             | 21 |
| 3.3.5 Service Level Agreement (SLA) .....       | 22 |
| 3.3.6 Computação Utilitária.....                | 23 |
| 3.3.7 Medição dos serviços.....                 | 23 |
| 3.3.8 Software da Nuvem .....                   | 23 |
| 3.3.9 Plataforma de Virtualização .....         | 24 |
| 3.3.10 Conectividade com redes e internet.....  | 25 |
| 3.3.11 Hardware do Computador .....             | 25 |
| 3.4 Vantagens.....                              | 25 |

|   |    |
|---|----|
| 3.5 Conclusão .....                                     | 26 |
| 4. PLATAFORMA COMO SERVIÇO - PaaS.....                  | 27 |
| 4.1 Introdução .....                                    | 27 |
| 4.2 Características e desafios.....                     | 27 |
| 4.2.1 Abstração.....                                    | 27 |
| 4.2.2 Automação.....                                    | 27 |
| 4.2.3 Serviços na Nuvem .....                           | 28 |
| 4.2.4 Arquitetura Multi-Clientes .....                  | 28 |
| 4.2.5 Interface de Usuário customizavel .....           | 29 |
| 4.2.6 Banco de dados configuráveis.....                 | 29 |
| 4.2.7 Funcionalidades de Wokflow .....                  | 30 |
| 4.2.8 Controle sobre segurança e compartilhamento ..... | 30 |
| 4.2.9 Modelo de integração flexível.....                | 31 |
| 4.3 Vantagens.....                                      | 31 |
| 4.4 Conclusão .....                                     | 32 |
| 5. SOFTWARE COMO SERVIÇO - SaaS.....                    | 33 |
| 5.1 Introdução .....                                    | 33 |
| 5.2 Analisando SaaS.....                                | 33 |
| 5.3 Características de um SaaS.....                     | 34 |
| 5.3.1 Arquitetura multi-cliente .....                   | 34 |
| 5.3.2 Aplicações configuráveis .....                    | 35 |
| 5.3.3 Rápido desenvolvimento.....                       | 35 |
| 5.3.4 Rápida atualização .....                          | 35 |
| 5.3.5 Protocolos de integração abertos.....             | 36 |
| 5.3.6 Funcionalidades Colaborativas.....                | 36 |
| 5.3.7 Disponibilidade .....                             | 36 |

|  |    |
|--|----|
| 5.3.8 Licenças .....                   | 37 |
| 5.3.9 Gerenciamento.....               | 37 |
| 5.4 Desafios para adoção.....          | 37 |
| 5.5 Vantagens.....                     | 38 |
| 5.6 CONCLUSÃO .....                    | 38 |
| 6. CONCLUSÃO .....                     | 39 |
| 6.1 Conclusão e Trabalhos Futuros..... | 39 |
| BIBLIOGRAFIA .....                     | 40 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 2.1 – Modelo de Serviço .....   | 8  |
| Figura 2.2 – Exemplo de Serviços ..... | 8  |
| Figura 2.3 – Nuvem Privada.....        | 11 |
| Figura 2.4 – Nuvem Pública.....        | 12 |
| Figura 2.5 – Nuvem Comunidade.....     | 12 |
| Figura 2.6 – Nuvem Híbrida.....        | 13 |
| Figura 2.7 – Papéis na nuvem.....      | 14 |
| Figura 2.8 – Diagrama dos papéis ..... | 15 |
| Figura 2.9 – Cenário 1.....            | 17 |
| Figura 2.10 – Cenário 2.....           | 18 |
| Figura 2.11 – Cenário 3.....           | 18 |
| Figura 2.12 – Cenário 4.....           | 19 |

# 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta um estudo sobre a computação em nuvens, abordando diversos aspectos inerentes a este paradigma com o objetivo de descrever sua estrutura e principais modelos.

O propósito deste trabalho é descrever este paradigma de modo genérico de forma a abordar diversos aspectos embora sem aprofundar em suas especificidades.

Neste capítulo serão apresentadas a justificativa e a motivação para o desenvolvimento deste trabalho, assim como os objetivos e contribuições que se pretende alcançar e ao final do capítulo, será descrito como está organizada o restante deste documento.

## 1.1 MOTIVAÇÃO

A proposta básica da computação em nuvem é que a provisão de recursos computacionais seja de responsabilidade de empresas especializadas ou que seja abstraído o fornecimento dos mesmos em níveis que apenas especialistas venham se preocupar em gerenciá-los e mantê-los, e ainda os mesmos sejam disponibilizados como serviços [Carr, 2008].

Neste contexto, a provisão de recursos precisa ser vista em várias camadas, onde cada camada representa um gênero específico de recursos que podem ser providos de diferentes formas.

Esta proposta é extremamente desafiadora porque representa uma grande quebra de paradigma, visto que até muito pouco tempo atrás, empresas e pessoas físicas utilizavam exclusivamente os recursos computacionais de forma proprietária, ou seja, os donos e são responsáveis pela gestão, manutenção e atualização dos recursos computacionais que dispõem.

Com o advento deste novo paradigma surgem novos desafios e oportunidades pertinentes ao fornecimento e utilização deste modelo para que seja possível a transição do modelo tradicional. Além dos novos desafios, problemas já

resolvidos podem emergir devido o novo cenário.

A nuvem pode ser considerada uma metáfora para a internet, sendo baseada em abstrações que ocultam a complexidade de infra-estruturas, onde cada parte é disponibilizada como serviço e hospedada em centros de dados que utilizam hardware compartilhado para computação e armazenamento [Buyya, 2009].

## **1.2 OBJETIVO E CONTRIBUIÇÃO**

Este trabalho apresenta um estudo sobre a computação em nuvens, onde o objetivo principal é descrever a estrutura conceitual da nuvem, abordando seus conceitos e particularidades básicas e ainda definindo papéis e possíveis cenários de utilização pertinentes ao ambiente da nuvem.

A principal contribuição deste trabalho é o levantamento do estado da arte em relação a computação em nuvem, descrevendo suas principais características, modelos, desafios e vantagens de utilização.

## **1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Os próximos capítulos deste trabalho estão estruturados da seguinte forma:

- Capítulo 2: apresenta algumas definições disponíveis na literatura, bem como características básicas da computação em nuvem. Além disto, são descritos modelos de serviço e implantação, sendo especificados papéis de atuação além de alguns cenários do ambiente.
- Capítulo 3: descreve uma infra-estrutura como serviço, apontando características, desafios e vantagens.
- Capítulo 4: aborda uma plataforma como serviço, descrevendo suas características, desafios e vantagens.
- Capítulo 5: discute o software como serviço, destacando aspectos pertinentes a sua adoção, características, desafios e vantagens.
- Capítulo 6: apresenta as conclusões e possíveis trabalhos futuros.



## **2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS**

### **2.1 INTRODUÇÃO**

Uma definição para Computação em Nuvem que seja consenso entre os diversos participantes do processo ainda não foi encontrada, portanto, a seguir são descritas algumas definições interessantes e pertinentes encontradas na literatura.

### **2.2 DEFINIÇÕES**

A computação em nuvem pode ser definida, de forma simplificada, como um paradigma de infra-estrutura que permite o estabelecimento do SaaS (software como serviço), sendo um grande conjunto de serviços baseados na web com o objetivo de fornecer funcionalidades, que até então, necessitavam de grandes investimentos em hardware e software, e que funciona através de um modelo de pagamento pelo uso.

Um modelo de computação onde as capacidades relacionadas a tecnologias da informação são escaláveis e elásticas, sendo que as mesmas são providas como serviços para os usuários finais através da internet, esta é uma definição disponibilizada pelo grupo Gartner em [Cearley, 2009].

Após estudo onde foram consideradas várias definições distintas para o conceito de computação na nuvem, os autores de [Vaquero et al, 2008] chegaram a definição de que nuvens são grandes repositórios de recursos virtualizados, tais como hardware, plataformas de desenvolvimento e software, que são facilmente acessíveis. Além disto, estes recursos podem ser configurados dinamicamente de modo a ajustar-se a diferentes cargas de trabalho com a intenção de otimizar sua utilização. O modelo de cobrança utilizado para a exploração destes repositórios está baseado em pagamento pelo uso.

Um ponto de vista que considera as características de hardware é fornecido em [Armbrust 2009], lá a computação em nuvem é definida como um paradigma com a ilusão de recursos infinitos, que estarão disponíveis sempre que houver necessidade. Ressalta-se que poucos investimentos iniciais em infra-estrutura são

necessários e existe a possibilidade de contratação de recursos computacionais por prazos curtos e específicos.

Para [Buyya, 2008], uma nuvem é um tipo de sistema paralelo e distribuído que consiste de uma coleção de computadores virtualizados e interconectados que são provisionados de forma dinâmica e apresentados como um ou mais recursos computacionais unificados. Estes recursos são disponibilizados e controlados através de acordos relacionados aos serviços que são estabelecidos entre um prestador e um consumidor sendo definidos a partir de negociações entre as partes.

O termo computação em nuvem, segundo [Taurion, 2009], 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.

A nuvem é uma representação para a internet ou infra-estrutura de comunicação entre componentes arquiteturais, baseada em uma abstração que oculta à complexidade da 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, [Sousa, 2009].

Encerrando, porém longe de esgotar as definições disponíveis, apresenta-se a definição do NIST (National Institute of Standards and Technology - USA), onde a computação em nuvem representa um conveniente modelo de acesso, sempre que for necessário, a um conjunto compartilhado de recursos computacionais configuráveis, tais como, redes, servidores, armazenamento, aplicações e serviços, que podem ser disponibilizados rapidamente, e para isto o esforço de gerenciamento e interação com o provedor dos serviços é mínimo ou nenhum.

### **2.3 CARACTERÍSTICAS ESSENCIAIS**

O NIST definiu algumas características que descrevem o modelo de computação em nuvem, porém dado o amadurecimento e enriquecimento do mesmo, para este trabalho, outras informações e valores foram agregados. Estas características

representam algumas das vantagens deste paradigma e servem também para melhor identificar e distinguir a computação em nuvem de outros paradigmas.

### **2.3.1 Virtualização de Recursos**

Existem muitas tecnologias já amadurecidas que proporcionam a virtualização de recursos computacionais, dentre elas, pode-se citar as máquinas virtuais, virtualização de redes, de memória e de armazenamento de dados.

Graças a este mecanismo, possibilita-se uma separação dos serviços de infra-estrutura dos recursos físicos como hardware ou redes, sendo então possível, por exemplo, tratar em uma camada inferior os aspectos relativos a localização de recursos, tornando então transparente este contexto para as demais camadas na estrutura da nuvem.

Com esta abstração, os recursos podem ser disponibilizados e utilizados como serviços utilitários, sem a necessidade de uma manipulação direta do hardware.

### **2.3.2 Serviços sob demanda**

O cliente pode, unilateralmente, conforme sua necessidade, requerer maior ou menor quantidade de recursos computacionais, tais como, tempo de processamento, armazenamento ou largura de banda, estes recursos devem ser disponibilizados de forma automática, sem a necessidade de interação humana com o provedor de cada serviço.

Um provedor de recursos computacionais idealmente deve atender vários consumidores através de um modelo multi-clientes, utilizando diferentes recursos físicos e virtuais que podem ser atribuídos e re-atribuídos dinamicamente de acordo com a demanda dos consumidores.

### **2.3.3 Independência de localização**

Os recursos devem estar disponíveis através da rede e internet, estando acessíveis por meio de dispositivos computacionais padrões, promovendo sua utilização por plataformas heterogêneas, como por exemplo, telefones celulares, laptops, PDAs, etc.

Desta forma, a nuvem, aparentemente, seria um ponto de acesso centralizado para as necessidades computacionais dos seus usuários, estando disponível o tempo todo e em qualquer lugar.

#### **2.3.4 Elasticidade e Escalabilidade**

A elasticidade provavelmente é a característica mais inovadora da computação em nuvem. É a capacidade de disponibilizar e remover recursos computacionais em tempo de execução, independente da quantidade solicitada.

Dentro deste contexto, temos a definição de escalabilidade, que está relacionada com o requisito de aumento da capacidade de trabalho através da adição proporcional de recursos.

Um prestador de serviços não pode prever como seus clientes usarão os serviços disponíveis, visto que, por exemplo, um cliente pode usar um serviço somente algumas vezes por ano, em épocas de pico, enquanto que outro pode usá-lo como uma plataforma de desenvolvimento principal para todas as suas aplicações.

Desta forma, o serviço precisa estar disponível sete dias por semana, 24 horas por dia, além de ter sido concebido para escalar para cima em períodos de alta demanda e para baixo quando a demanda cai, sendo acionada também quando usuários são adicionados ou quando as especificações do aplicativo mudam.

Esta capacidade de escalar é alcançada mediante a característica de elasticidade dos serviços da computação em nuvem.

Enfim, para os usuários, os recursos parecem ser ilimitados e podem ser adquiridos em qualquer quantidade, ou seja, a demanda do usuário deve determinar a liberação e aquisição dos recursos e isto deve ser executado de forma rápida, transparente e sem intervenção humana.

#### **2.3.5 Medição dos Serviços**

Os serviços de utilidade pública, como água, luz, telefone, devido sua importância e frequência de utilização no dia-a-dia, devem estar disponíveis a qualquer momento, porém os consumidores pagam aos provedores destes serviços apenas a

quantidade consumida durante um determinado período.

Analogamente, os sistemas de gerenciamento da nuvem, controlam e aperfeiçoam o uso dos recursos por meio de medições que consideram cada tipo de serviço provido.

Esta monitoração agrega transparência tanto para o provedor quanto para o cliente, sendo que normalmente são utilizados contratos referentes aos serviços (SLA - Service Level Agreement) para especificar as características dos serviços, parâmetros de qualidade (QoS – Quality of services) e determinar os valores que serão cobrados.

Um SLA define os níveis de disponibilidade, funcionalidade, desempenho e outros atributos relativos aos serviços incluindo inclusive penalidades para o caso de violação das regras por qualquer uma das partes.

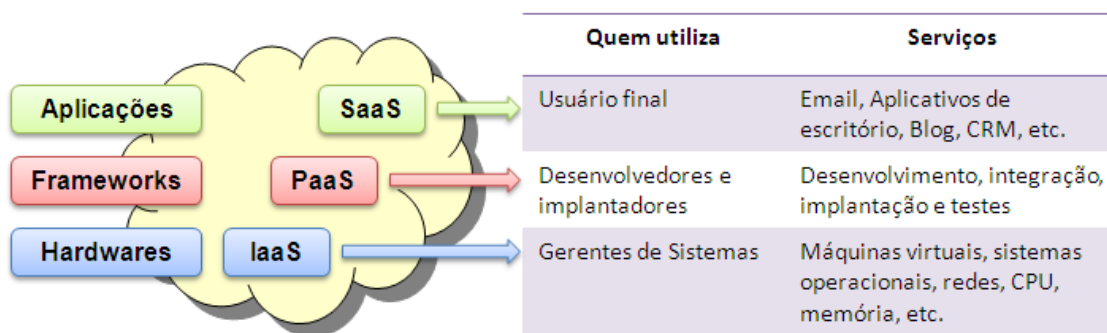
### **2.3.6 Repositório de Recursos**

Os provedores de recursos computacionais são organizados para atender múltiplos usuários através de um modelo multi-clientes. Para isto são utilizados diferentes recursos físicos e virtuais que podem ser atribuídos e configurados dinamicamente de acordo com a demanda de cada cliente.

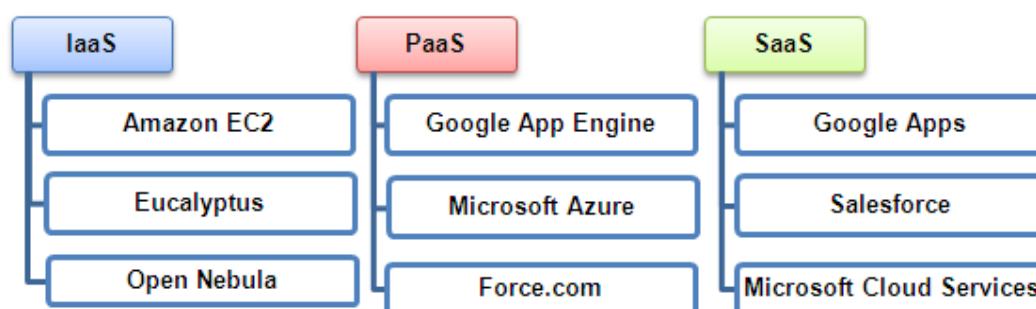
O usuário não conhece a localização física dos recursos computacionais, porém pode ser possível especificar sua prioridade de localização com relação a país e centro de dados através do SLA.

## **2.4 MODELOS DE SERVIÇOS**

O modelo conceitual encontrado com maior frequência na literatura é composto por três camadas, este modelo define um padrão arquitetural para soluções em computação em nuvem e pode ser visto na figura 2.1, que também exibe uma breve especificação de serviços compatíveis com cada camada. Na figura 2.2, observa-se exemplos de aplicações destacadas por tipo de camada.



**Figura 2.1 – Modelo de Serviço**



**Figura 2.2 – Exemplo de Serviços**

### 2.4.1 Infraestrutura como Serviço - IaaS

Representa a camada inferior do modelo conceitual, sua base, ela é composta por plataformas para o desenvolvimento, teste, implantação e execução de aplicações proprietárias. Segundo [Sousa, 2009], seu principal objetivo é tornar mais fácil e acessível o fornecimento de recursos, como servidores, redes, armazenamento e outros que são fundamentais na construção de um ambiente sob demanda podendo ser tanto sistemas operacionais quanto aplicativos.

A infra-estrutura é baseada na virtualização dos recursos computacionais que pode ser dinamicamente escalada para aumentar ou diminuir os recursos de acordo com as necessidades das aplicações.

Em resumo, IaaS relaciona-se com a capacidade que um provedor tem de oferecer uma infra-estrutura de processamento e armazenamento de forma transparente.

Algumas vantagens de trabalhar com IaaS são:

- A redução de investimentos em hardware, bem como a preocupação com a depreciação dos mesmos;
- Eliminação de custos com segurança e manutenção;
- Otimização do desempenho;
- Liberação de espaço físico na empresa;
- Flexibilidade para ampliar e reduzir a capacidade de processamento e/ou armazenamento.

Alguns exemplos de IaaS são o Amazon Elastic Cloud Computing - EC2, o Elastic Utility Computing Architecture Linking Your Programs To Useful Systems - Eucalyptus e o Open Nebula.

#### **2.4.2 Plataforma como Serviço - PaaS**

É a camada intermediária do modelo conceitual, sendo composta por hardware virtual disponibilizado como serviço. Oferece tipos específicos de serviços como sistemas operacionais, banco de dados, serviços de mensagens, serviços de armazenamento de dados e etc.

Uma PaaS fornece ambientes de desenvolvimento de software e facilita a implantação de aplicações sem os custos e complexidades relativos a compra e gerenciamento do hardware e de software adjacentes que são necessários ao ambiente de desenvolvimento.

Muitos serviços podem ser oferecidos através de uma PaaS, facilidades para o projeto e desenvolvimento de aplicações, testes, implantação, hospedagem, integração de serviços web, segurança, integração de banco de dados, persistência, etc. Todos estes serviços também podem ser configurados como uma solução integrada, oferecida através da internet.

Como exemplo de PaaS pode-se citar a Google App Engine e Aneka [Vecchiola et al, 2009].

### **2.4.3 Software como Serviço - SaaS**

Corresponde a camada mais externa do modelo conceitual, ela é composta por aplicativos que são executados no ambiente da nuvem. Podem ser aplicações completas ou conjuntos de aplicações cujo uso é regulado por modelos de negócios que permitem customização.

Os sistemas de software devem estar disponíveis na internet através de uma interface com um navegador web, logo devem ser acessíveis de qualquer lugar a partir dos diversos dispositivos dos usuários. Desta forma, novos recursos podem ser adicionados aos sistemas de forma transparente aos usuários, tornando-se assim a manutenção e evolução dos sistemas tarefas bem mais simples.

A aquisição de licenças para uso é dispensada para a utilização do SaaS, reduzindo-se então custos operacionais.

Exemplos de SaaS são o Google Docs, Facebook e Microsoft SharePoint.

### **2.4.4 Outros serviços**

Existem muitos conceitos derivados, utilizados normalmente para diferenciar um determinado tipo de serviço, dentro os quais podemos citar, banco de dados como serviço (DaaS), testes como serviço (TaaS), segurança, simulação, comunicação , etc, todos sendo oferecidos como serviço.

## **2.5 MODELOS DE IMPLANTAÇÃO**

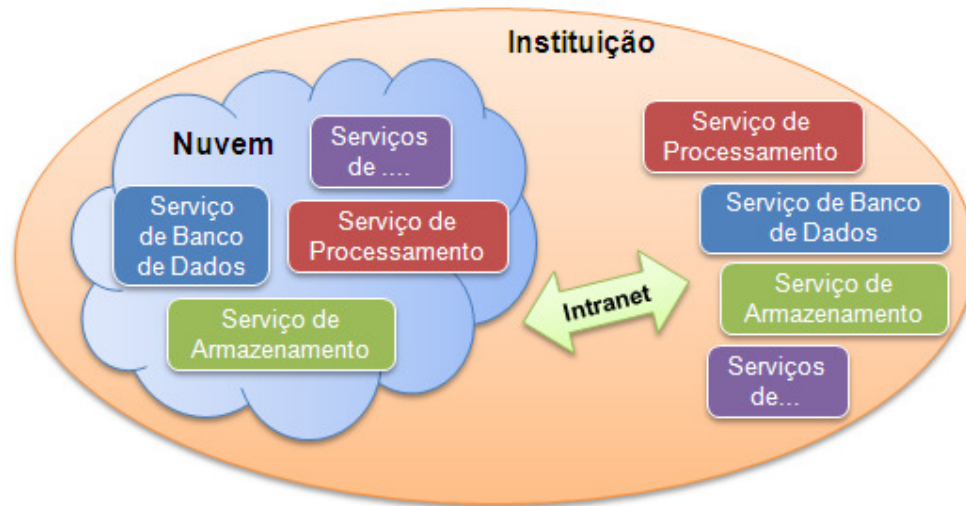
Devido as diversas abordagens de computação em nuvem existem variados modelos de implantação disponíveis na literatura, porém os mais significativos na literatura são descritos a seguir.

### **2.5.1 Nuvem Privada**

Neste modelo a infra-estrutura da nuvem é proprietária ou alugada por uma única organização sendo exclusivamente operada pela mesma. Pode ser local ou remota e são empregadas políticas de acesso aos serviços.

Na figura 2.3 pode ser observado o modelo de nuvem privada.





**Figura 2.3 – Nuvem Privada**

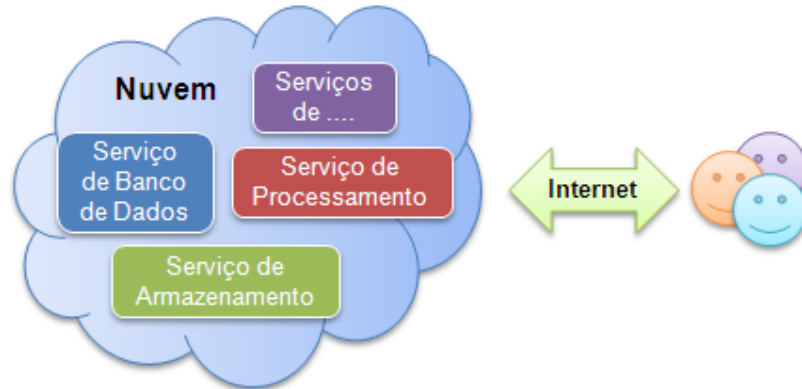
Segundo [Taurion, 2009], a característica que diferencia as nuvens privadas é o fato da restrição de acesso, pois a mesma se encontra atrás do firewall da empresa, sendo uma forma de aderir à tecnologia, beneficiando-se das suas vantagens, porém mantendo o controle do nível de serviço e aderência às regras de segurança da instituição.

A dificuldade e custo para se estabelecer uma nuvem privada podem às vezes ser proibitivos, e o custo de operação contínua da nuvem pode exceder o custo de uso de uma nuvem pública. Porém, as nuvens privadas oferecem vantagens sobre as públicas, como um controle mais detalhado sobre os vários recursos que constituem a nuvem, dando a empresa todas as opções de configuração possíveis.

### **2.5.2 Nuvem Pública**

Em uma nuvem pública, a infra-estrutura pertence a uma organização que vende serviços para o público em geral e pode ser acessada por qualquer usuário que conheça a localização do serviço, não sendo admitidas técnicas de restrição de acesso ou autenticação.

A figura 2.4 retrata uma nuvem pública.



**Figura 2.4 – Nuvem Pública**

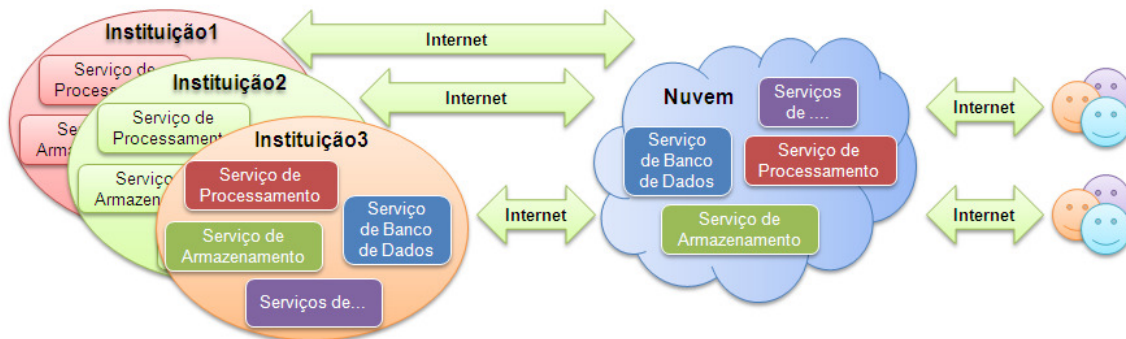
As nuvens públicas tentam fornecer aos clientes elementos de TI livres de complexidades, onde o provedor da nuvem assume as responsabilidades de instalação, gerenciamento, disponibilização e manutenção.

Normalmente os serviços são oferecidos com configurações específicas que tentam acomodar os casos de uso mais comuns, por isto, nuvens públicas não representam a solução mais adequada para processos que exigem segurança elevada e restrições regulamentares.

### 2.5.3 Nuvem Comunidade

A infra-estrutura deste modelo de nuvem é compartilhada por diversas organizações que normalmente possuem interesses comuns, como requisitos de segurança, políticas, aspectos de flexibilidade e/ou compatibilidade.

A figura 2.5 exibe um modelo de nuvem comunidade.



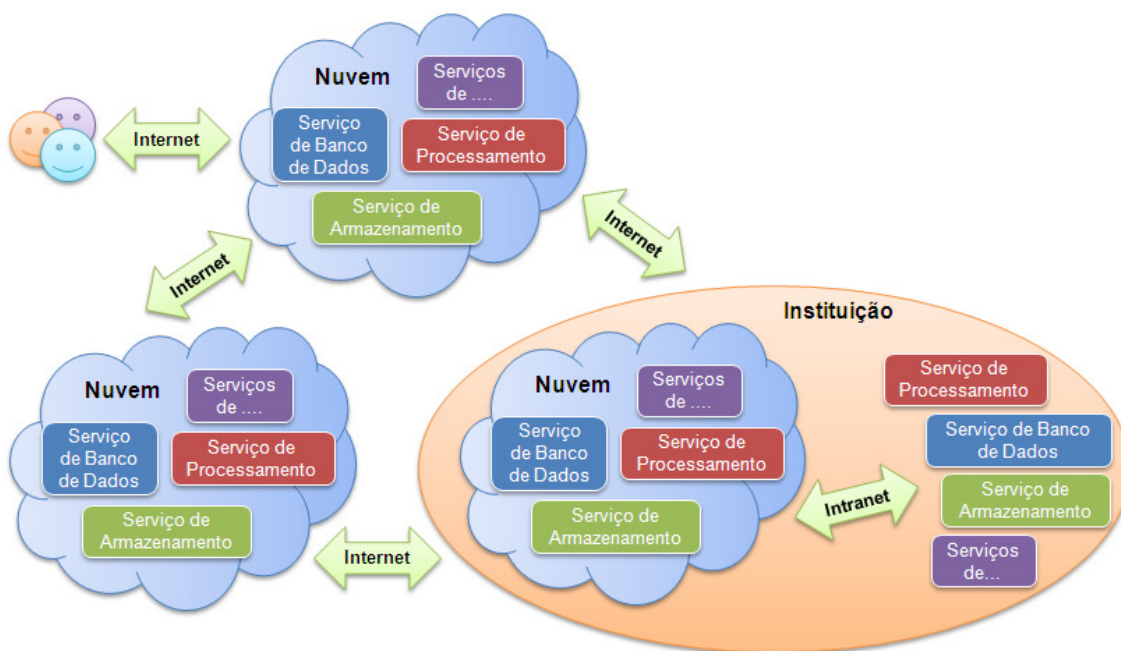
**Figura 2.5 – Nuvem Comunidade**

Uma das organizações pertencentes a comunidade é responsabilizada pela administração da nuvem.

#### 2.5.4 Nuvem Híbrida

Neste caso, a infra-estrutura geral deste da nuvem é composta por pelo menos duas nuvens, que preservam as características originais do seu modelo, porém estão interligadas por uma tecnologia que possibilite a portabilidade de informações e de aplicações.

Observa-se um modelo de nuvem híbrida na figura 2.6.



**Figura 2.6 – Nuvem Híbrida**

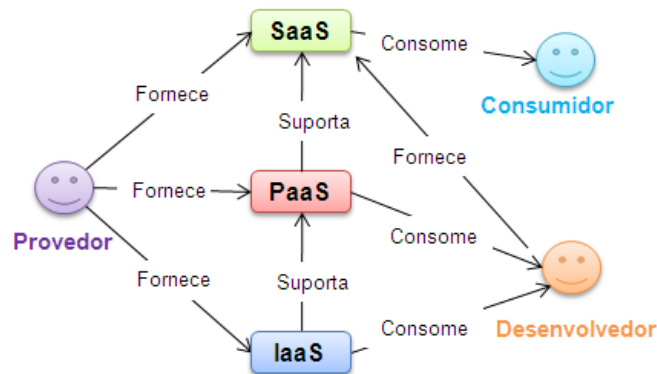
Uma nuvem híbrida bem construída poderia atender processos seguros e críticos, tais como recebimento de pagamentos de clientes, assim como aqueles que são secundários para o negócio, tais como processamento de folha de pagamento de funcionários.

A principal limitação desta nuvem é a dificuldade em efetivamente se criar e administrar uma solução deste porte. Serviços de diferentes fontes devem ser obtidos e disponibilizados como se fossem originados de um único local, e as interações entre componentes públicos e privados podem tornar a implementação

ainda mais complicada.

## 2.6 PAPÉIS NA NUVEM

A definição de responsabilidades, acesso e perfil de cada usuário envolvido em uma solução de nuvens computacionais é fundamental. [Marinos, 2009] classificou os atores de acordo com o papel que desempenham e esta classificação pode ser vista na figura 2.7 que exhibe a interação entre cada parte.



**Figura 2.7 – Papéis na nuvem**

O diagrama da figura 2.8 retrata uma perspectiva de funcionamento do ambiente de nuvem onde os consumidores de serviços utilizam os serviços disponíveis através da nuvem; os provedores de serviço, por sua vez gerenciam a infra-estrutura da nuvem e os desenvolvedores de serviço são responsáveis por criar e disponibilizar os serviços.

O consumidor de serviços pode ser o usuário final ou uma organização que utiliza o serviço, seja ele software, plataforma ou infra-estrutura. Dependendo do serviço e de suas regras, estarão disponíveis diferentes interfaces de usuário e de programação.

Existem também interfaces específicas para as funções administrativas, tais como iniciar ou parar máquinas virtuais e controlar o armazenamento na nuvem.

O usuário não precisa ter conhecimentos sobre computação em nuvem para utilizar uma aplicação hospedada na nuvem, porém a expectativa do consumidor e a reputação do provedor são importantes no momento das negociações sobre os

detalhes dos serviços e seus requisitos.

O provedor disponibiliza os serviços para os consumidores. No caso do serviço ser uma IaaS o provedor é responsável por manter o armazenamento, as filas de mensagens, base de dados, outros middlewares e ainda hospedar o ambiente para as máquinas virtuais. O cliente utiliza um serviço como se fosse um disco rígido, uma base de dados ou uma máquina, todos locais, embora não tenha acesso a infra-estrutura física de suporte.

Quando o serviço for uma PaaS, o provedor gerencia a infra-estrutura da nuvem para uma plataforma que normalmente é um framework para um tipo particular de aplicação, sendo que o cliente não possui acesso a infra-estrutura por baixo da plataforma.

E na ocasião que o serviço for um SaaS, o provedor instala, gerencia e mantém o software, sendo que não necessariamente o provedor é o proprietário da infra-estrutura na qual o software está sendo executado. O cliente não possui acesso a infra-estrutura e pode acessar exclusivamente sua aplicação.

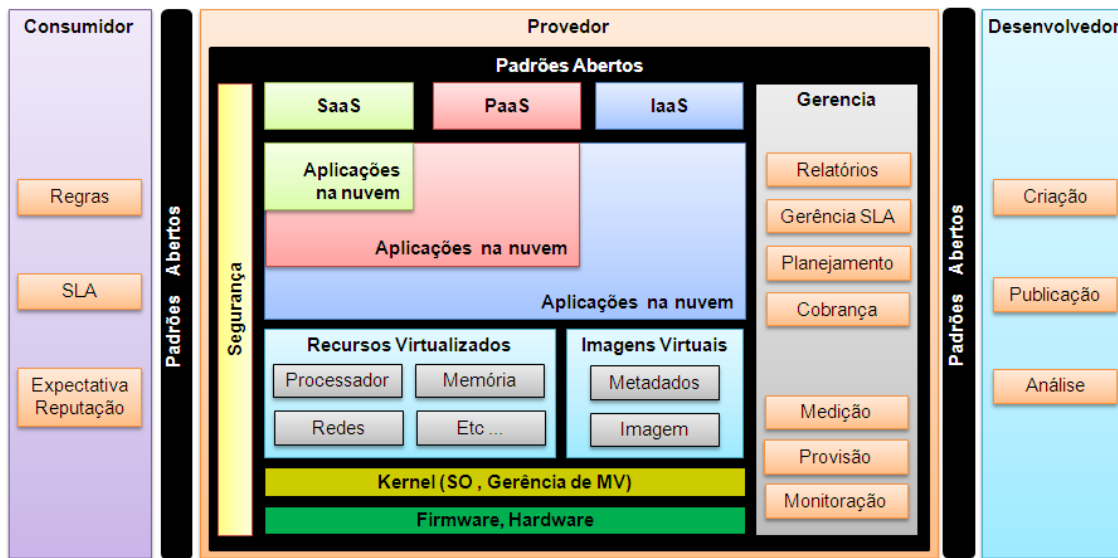


Figura 2.8 – Diagrama dos papéis

A camada inferior do diagrama do provedor de serviços exibe o firmware e o hardware que são base para todas as outras coisas na estrutura da nuvem. Acima disso está o kernel de software, tanto o sistema operacional quanto o gerenciador da

máquina virtual que hospeda a infra-estrutura da nuvem.

Os recursos e imagens virtuais incluem os serviços básicos da computação em nuvem. As imagens virtuais que são controladas pelo gerenciador de máquinas virtuais, incluem tanto as próprias imagens quanto os metadados necessários para gerenciá-las.

A camada de gerenciamento é muito importante para os provedores de serviço, sendo necessários mecanismos de medições para determinar quem usou e quanto usou dos serviços, além de formas de provisão para determinar como os recursos serão alocados para os consumidores. O monitoramento é importante para acompanhar o status do sistema e dos recursos.

No nível mais alto do gerenciamento, estão a cobrança que utiliza os resultados da medição e o planejamento que deve garantir que a demanda seja suprida. A gerência de SLA serve para monitorar se os acordos estão sendo cumpridos e ainda devem ser produzidos relatórios para a análise pelos administradores.

A segurança deve ser aplicada em todos os aspectos das operações dos provedores de serviços e ainda podem ser necessários vários níveis de segurança. O uso de padrões abertos simplifica as operações dentro do provedor e a interoperabilidade com outros provedores.

Os desenvolvedores de serviços, criam, publicam e monitoram os serviços na nuvem. Na maior parte dos casos são entregues aplicações via SaaS, embora existam desenvolvedores para middlewares (IaaS) e plataformas(PaaS).

O ambiente de desenvolvimento é muito variado, quando um desenvolvedor está criando uma aplicação SaaS, ele escreve código para um ambiente hospedado na nuvem sendo que a publicação e implantação é feita na infra-estrutura do provedor. Após a publicação, análises permitem que os desenvolvedores monitorem o desempenho do seu serviço e façam as alterações necessárias.

## **2.7 CENÁRIOS NA NUVEM**

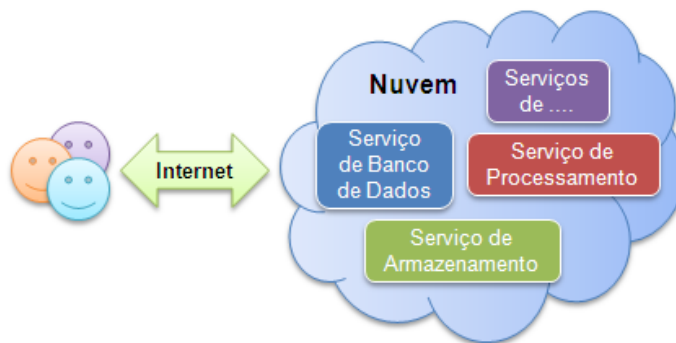
A seguir são descritos alguns dos possíveis casos de interação no ambiente da

nuvem, ilustrando as possibilidades mais comuns, porém sem representar uma lista exaustiva.

### 2.7.1 Usuário final – Nuvem

Neste cenário, o usuário acessa dados ou aplicações na nuvem. Aplicações comuns deste tipo incluem serviços de email e sites de redes sociais, como Gmail, Facebook, LinkedIn que acessam seus dados, que são armazenados e gerenciados na nuvem, através de uma aplicação sendo executada a partir de um browser.

A figura 2.9 ilustra este cenário.



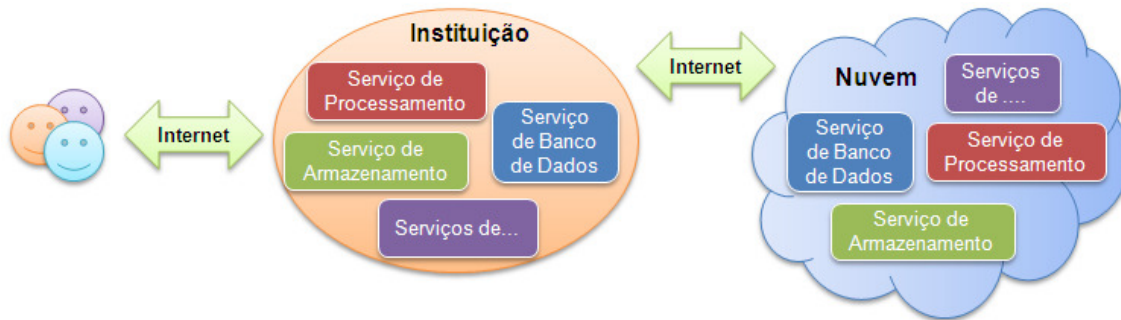
**Figura 2.9 – Cenário 1**

Não existe nenhuma preocupação, com exceção do nome do usuário e a senha de acesso, sendo que o usuário não tem idéia de como a arquitetura funciona, se ele puder usar a internet ele poderá acessar seus dados.

### 2.7.2 Organização – Nuvem – Usuário final

Observa-se que neste cenário que uma empresa utiliza a nuvem para prover dados e serviços para os usuários. Este cenário pode ser observado na figura 2.10.

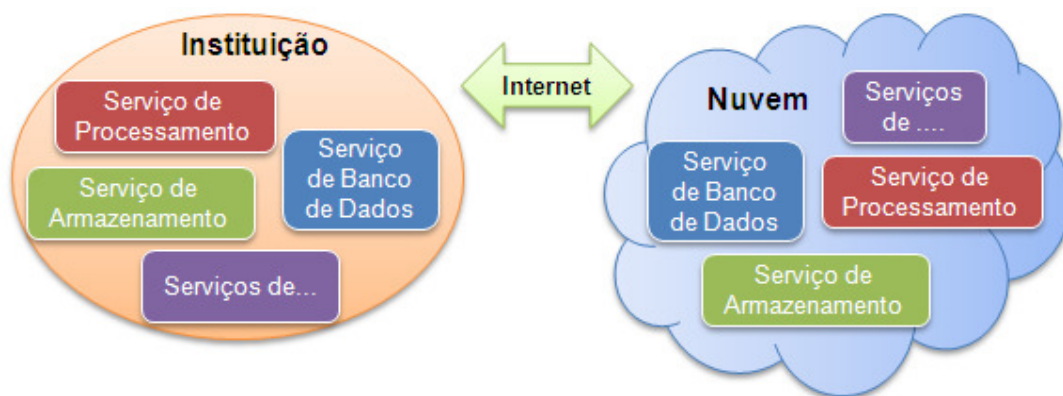
Quando o usuário interage com a instituição, a mesma acessa a nuvem para manipular os dados e então retornar os resultados para o usuário requisitante. O usuário pode ser uma pessoa tanto de dentro quanto um cliente externo.



**Figura 2.10 – Cenário 2**

### 2.7.3 Organização – Nuvem

Esta situação representa uma empresa que utilize os serviços da nuvem para resolver processos internos, sendo que a figura 2.11 descreve este cenário.



**Figura 2.11 – Cenário 3**

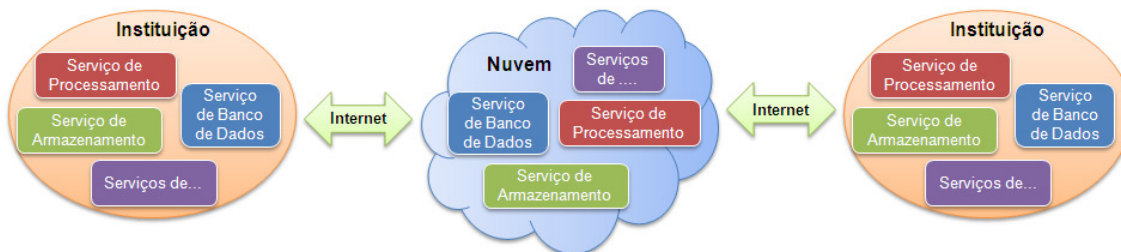
Esta provavelmente é a forma de utilização mais comum da computação em nuvem porque proporciona um maior controle pela instituição.

Os usos mais comuns envolvem o armazenamento de backups na nuvem ou armazenamento de dados raramente utilizados; uso de máquinas virtuais para trazer processadores on-line para momentos de alta demanda de recursos e obviamente o descarte das mesmas quando a demanda diminuir; uso de aplicações SaaS, como email, agenda, etc; e ainda utilização de bases de dados como parte de uma aplicação o que permite um fácil compartilhamento destas bases com parceiros.



## 2.7.4 Organização – Nuvem – Organização

Pode ser observado neste cenário duas organizações que utilizam a mesma nuvem, sendo o mesmo retratado na figura 2.12.



**Figura 2.12 – Cenário 4**

A idéia principal desta proposta é a hospedar recursos na nuvem de modo que as aplicações das empresas possam interoperar, sendo a cadeia de suprimento um exemplo óbvio deste cenário.

## 2.8 CONCLUSÃO

Este capítulo descreveu definições e características essenciais da computação em nuvem, bem como definiu modelos de serviço e de implantação bem como apresentou papéis e cenários no ambiente da nuvem, de maneira a fornecer uma visão geral do ambiente.

## **3. INFRA-ESTRUTURA COMO SERVIÇO - IAAS**

### **3.1 INTRODUÇÃO**

É muito importante visualizar uma infra-estrutura de tecnologia da informação (TI) como um conjunto, o hardware, a rede, o software básico, os links e tantos outros componentes e conceitos que compõem um parque tecnológico. Ou seja, infra-estrutura como um serviço, representa um ambiente completo e gerenciado.

### **3.2 COMPONENTES E CONCEITOS**

O modelo de entrega IaaS consiste de vários conceitos e componentes que foram desenvolvidos e amadurecidos ao longo dos últimos anos, entretanto utilizar estes componentes juntos em um ambiente terceirizado e compartilhado revela vários desafios.

Dentre eles, destacam-se a segurança e a privacidade, como os mais significativos. [Dawoud, 2010] descreveu uma série de componentes e conceitos fundamentais ao contexto de uma IaaS, sendo estes e outros apresentados a seguir.

### **3.3 CARACTERÍSTICAS E DESAFIOS**

#### **3.3.1 Máquinas Virtuais**

Representam uma unidade básica da computação no sistema, podem ser persistentes ou não.

Com máquinas virtuais (MV) não persistentes, tudo o que foi alterado durante sua execução é perdido quando a mesma é encerrada. Dados que precisam ser preservados devem ser movidos da MV para outro meio de armazenamento antes da mesma ser encerrada. Não existe a possibilidade de parar a máquina para depois continuar o trabalho de onde parou, pois tudo que lhe diz respeito deixa de existir após o desligamento.

Ao contrário disto, MV persistentes suportam armazenamento permanente, normalmente feito através de discos virtuais. Isto permite que uma máquina seja

reiniciada no mesmo estado que estava quando foi encerrada pela última vez.

Assim com em máquinas físicas, as virtuais também são suscetíveis a falhas de hardware.

### **3.3.2 Discos Virtuais**

Correspondem a um espaço de armazenamento permanente com tamanho configurável que pode ser disponibilizado para uma máquina virtual em execução e mesmo após o seu desligamento os dados armazenados continuam preservados.

Também são suscetíveis a falhas de hardware.

### **3.3.3 Região Geográfica**

Embora as máquinas e os discos detenham a alcunha de virtuais este recursos existem de forma física em algum lugar.

A região geográfica corresponde ao lugar onde residem fisicamente os recursos que alimentam as entidades virtuais. A sua importância é ressaltada quando se discute sobre latência e situações de calamidade.

O tamanho de uma região geográfica varia de uma nuvem para outra, por exemplo, a Amazon utiliza regiões com milhares de quilômetros de distância, embora pequenas nuvens possam utilizar regiões para representar servidores em edifícios distintos que estejam inclusive na mesma rua.

Normalmente, quanto maior a distância entra as regiões geográficas maior será o isolamento e a latência entre eles, tornando-se um efetivo desafio para o ambiente de nuvem.

### **3.3.4 Zonas isoladas de falhas**

Considerando falhas em grande escala, advindos de catástrofes como terremotos, furacões, etc., as regiões geográficas são muito úteis para contornar estas situações.

Porém, as Zonas isoladas de falhas correspondem a sub-divisões das regiões geográficas, que tem o propósito, tanto quanto for possível, de separar regiões menores de possíveis falhas localizadas, como problemas em disco ou falta de

energia, por exemplo.

A representatividade destas zonas, assim como das regiões geográficas varia grandemente de uma nuvem para outra.

### **3.3.5 Service Level Agreement (SLA)**

A computação em nuvem agrega um conjunto de complexidades ao gerenciamento das tecnologias de informação, logo se faz necessário o uso de SLA para garantir um nível aceitável da qualidade dos serviços (Quality of Services - QoS).

Um SLA é composto por uma definição do contrato, regras de negociação, regras de acompanhamento e de execução [Open Group, 2004].

A definição do contrato e a fase de negociação são muito importantes para determinar os benefícios e responsabilidades de cada parte, pois mal-entendidos podem afetar a segurança do sistema e deixar um cliente exposto a vulnerabilidades.

As fases de acompanhamento e execução são importantes para construção de uma relação de confiança entre o provedor e o cliente que é imprescindível para uma relação duradoura.

Nos ambientes dinâmicos das nuvens, para se impor o SLA, deve-se monitorar constantemente os atributos de QoS [Open Group, 2004]. Em [Frankova, 2007] é apresentado um Web SLA, WSLA, que é um framework com o propósito de monitorar e executar SLA em uma arquitetura orientada a serviços (SOA).

O uso de WSLA para gerenciar SLA em nuvens computacionais foi proposto em [Patel, 2009] e apresenta a idéia de delegar o controle e execução do SLA a uma terceira parte, resolvendo assim, qualquer problema de confiança.

Normalmente, os clientes da nuvem são obrigados a confiar no monitoramento do SLA feito pelos provedores, até uma adequada padronização do ambiente da computação em nuvem, fato que é um grande desafio, a adoção de terceiros para mediar o controle de SLA parece ser uma boa solução.

### **3.3.6 Computação Utilitária**

Não é um conceito novo e já desempenhou um papel muito importante na implantação das grades computacionais.

De forma resumida, o que acontece é que os recursos como tempo de processamento, largura de banda, capacidade de armazenamento, são encapsulados como serviços e entregues aos clientes.

Este modelo apresenta pelo menos duas grandes vantagens, uma relaciona-se a redução de custos, dado que o cliente não precisa possuir os recursos e só paga pelo que tiver utilizado.

A segunda vantagem é que o modelo foi desenvolvido para suportar sistemas escaláveis, logo, se houver um rápido crescimento com grandes picos de demanda do sistema, o proprietário não terá problemas em manter sua aplicação funcionando adequadamente.

### **3.3.7 Medição dos serviços**

Considerando um quadro de cascadeamento de serviços, onde um provedor de grande porte fornece um serviço para um provedor de serviço de porte médio que por sua vez também fornece serviços.

Ambos devem medir a quantidade de serviço utilizada pelos seus clientes para a devida cobrança, porém, estas múltiplas camadas tornam os sistemas mais complexo e estas medições representam um desafio visto a necessidade de maior esforço para seu gerenciamento.

Outro desafio são os ataques feitos com a intenção de utilizar os serviços sem pagar e até mesmo controlar o gerenciamento de uma empresa em uma destas camadas.

### **3.3.8 Software da Nuvem**

Existem muitas implementações de software de código aberto para IaaS, como o Eucalyptus, [Eucalyptus, 2011], e o Nimbus, [Nimbus, 2011], e existem também os softwares proprietários também.

Um software da nuvem utiliza diversos componentes juntos. Normalmente não se pode dar garantias contra vulnerabilidades e bugs nos softwares disponíveis, além disso, os prestadores de serviços, normalmente fornecem APIs para executar a maioria das funções de gestão.

Como exemplo, um cliente pode usar a ferramentas Amazon EC2, que possui uma interface amplamente utilizada, para consumir serviços implementando aplicações próprias ou simplesmente pode utilizar interfaces web oferecidas pelo provedor.

Em ambos os casos, o usuário utilizará protocolos de serviços web sendo que os serviços de segurança da web são muito relevantes e representam grandes desafios na segurança dos serviços na nuvem.

### **3.3.9 Plataforma de Virtualização**

A virtualização é uma tecnologia fundamental para os serviços da nuvem.

Vários sistemas stand-alone totalmente distintos podem ser utilizados em uma mesma plataforma de hardware. A abstração de hardware esconde a complexidade do gerenciamento de plataformas computacionais físicas e simplifica a escalabilidade dos recursos computacionais.

Desta forma, a virtualização propicia o atendimento a múltiplos usuários e a escalabilidade que são características importantes em nuvens computacionais.

Um supervisor é responsável pelo isolamento das máquinas virtuais (MV) para que elas não acessem diretamente outros discos, memórias virtuais ou aplicações no mesmo host. Em ambientes compartilhados é necessário uma configuração precisa e segura para manter o isolamento, o que normalmente representa um grande desafio.

Os provedores de serviços na nuvem empreendem um esforço substancial para proteger seus sistemas, com a intenção de minimizar as ameaças que resultam dos processos de comunicação, monitoração, alteração, migração e mobilidade, sendo que existem muitos riscos e vulnerabilidades que afetam particularmente a entrega do modelo IaaS.

### **3.3.10 Conectividade com redes e internet**

Para manter a disponibilidade e o desempenho, a infra-estrutura da nuvem utiliza múltiplas regiões geográficas para reduzir a latência e os danos provenientes de catástrofes.

Cada site conectado localmente está ligado aos outros sites via conexões de internet de alta velocidade. O conjunto de todos os sites corresponde a infra-estrutura da nuvem que atende remotamente os cliente a partir da internet.

Sendo assim, o ambiente de nuvens, herda as vulnerabilidades inerentes aos ambientes de redes e da internet sendo vulnerável a ataques como DoS (Denial of Services), MITM (Man in the middle), IP Spoofing e Port Scanning.

Além disto, existe a possibilidade de ataques a partir de MV internas contra serviços internos, que acabam sendo mais graves porque normalmente contam com privilégios de administrador que findam por permitir a instalação e execução de aplicações maliciosas.

Outro fato relevante é o contexto dinâmico do ambiente IaaS, onde se cria, remove e migra máquinas virtuais o tempo todo, isto é um agravante a mais no desafio do planejamento de planos de defesa contra eventuais tentativas de intrusão.

Certamente, em todo o ambiente da nuvem, o IaaS é o mais suscetível a estes tipos de ataques.

### **3.3.11 Hardware do Computador**

Uma IaaS provê uma interface para um repositório de recursos computacionais físicos distribuídos, como processador, memória, armazenamento e redes, e entrega um modelo de negócios compartilhado para atender múltiplos usuários que desejam utilizar estes recursos.

## **3.4 VANTAGENS**

Algumas vantagens da utilização de IaaS são descritas a seguir.

- A real possibilidade dos gestores da empresa ficarem totalmente focados nas

regras dos seus negócios, sem preocupações com gerenciamento e manutenção da infra-estrutura.

- Não requer investimentos iniciais em infra-estrutura, visto que os recursos físicos são propriedade do provedor.
- Possibilidade de prever os investimentos futuros necessários para a consolidação do ambiente de TI.
- Garantia de evolução tecnológica dos equipamentos e sistemas de rede necessários ao crescimento da empresa, fornecida pelo provedor da infra-estrutura.
- Redução de paradas (downtime) em equipamentos de rede.
- Possibilidade de aumento da produtividade da equipe, visto que o foco pode ser específico.
- Gestão da TI sem consumir tempo dos gestores locais da empresa e nem investimentos em capacitação de profissionais de TI;
- Suporte e manutenção são de responsabilidade do provedor.
- Custo operacional fixo, sendo cobrado pela utilização, possivelmente através de pagamento mensal.

### **3.5 CONCLUSÃO**

Neste capítulo foram descritos componentes e conceitos de uma infra-estrutura como serviço, além de diversas características pertinentes a este modelo.



## **4. PLATAFORMA COMO SERVIÇO - PAAS**

### **4.1 INTRODUÇÃO**

A provisão de serviços que possibilitem o desenvolvimento, testes, implantação, hospedagem e gerenciamento de aplicações objetivando suportar o ciclo de vida do desenvolvimento de aplicações é a proposta básica do modelo PaaS.

### **4.2 CARACTERÍSTICAS E DESAFIOS**

Algumas características importantes para uma plataforma como serviço são descritas a seguir.

#### **4.2.1 Abstração**

As plataformas de nuvens computacionais são distinguidas pelo alto nível de abstração que elas provêem para cada uma de suas camadas. No caso de IaaS o propósito está em fornecer acesso a infra-estruturas, no caso da PaaS o foco está em que aplicações a nuvem deve suportar.

Considerando que uma IaaS fornece ao usuário um conjunto de máquinas virtuais que devem ser configuradas e nas quais os componentes de aplicações devem ser implantados, uma PaaS oferece aos usuários uma forma para implantar suas aplicações em um repositório aparentemente ilimitado de recursos, eliminando a complexidade de implantação e configuração de infra-estrutura.

Obviamente, sempre que se aumenta o nível de abstração de um modelo, criam-se novos desafios, devido o aumento de complexidade, ao processo de desenvolvimento de soluções neste contexto.

#### **4.2.2 Automação**

Ambientes de uma PaaS automatizam o processo de implantação de aplicativos para uma infra-estrutura, configurando os componentes do aplicativo, aspectos de provisionamento e o suporte a tecnologias como balanceamento de carga e bancos de dados, e ainda gerenciam as mudanças no sistema baseado em políticas

definidas pelo usuário.

Enquanto a utilização de IaaS é responsável por alterar custos por meio da terceirização, a PaaS é capaz de reduzir custos relacionados ao desenvolvimento, implantação e gerenciamento do ciclo de vida da aplicação.

#### **4.2.3 Serviços na Nuvem**

PaaS provê aos desenvolvedores e arquitetos serviços e APIs que ajudam a simplificar o trabalho de prover elasticidade e escalabilidade, características fundamentais em aplicações na nuvem. Estes serviços proporcionam uma larga variedade de funcionalidades e efetivamente podem representar a diferença chave entre PaaS concorrentes.

Também representam desafios relevantes o provimento de serviços eficientes, como cache distribuído, gerenciamento da carga de trabalho, armazenamento de dados e arquivos, identificação de usuário, dentre outros que são possíveis exemplos.

Com a proposta de serviços integrados na nuvem, elimina-se a necessidade de integração de vários componentes distintos diminuindo-se o tempo de disponibilização para aplicações na plataforma.

#### **4.2.4 Arquitetura Multi-Clientes**

Uma arquitetura multi-clientes é aquela que utiliza recursos comuns de computação como hardware, sistema operacional e softwares com um esquema compartilhado para suportar vários usuários simultaneamente, o que difere da arquitetura cliente / servidor onde se faz necessário que hardware e software sejam dedicados a cada cliente.

Quando centenas ou milhares de empresa/clientes estão usando a mesma infra-estrutura operacional, cada um deles se beneficia de uma forma diferente e todos têm acesso a quaisquer novas funcionalidades que sejam introduzidas, e quando uma ameaça qualquer é detectada e devidamente corrigida, também todos se beneficiam com o fortalecimento da infra-estrutura.

Uma grande vantagem da arquitetura multi-clientes é que como cada um

individualmente se mantém em evolução, isto gera a necessidade de alterações que beneficiam a coletividade e ainda pode representar a diferença entre aplicações destinadas a ficarem obsoletas rapidamente e as que continuam evoluindo com a nuvem, aproveitando ricas possibilidades conectadas a web.

#### **4.2.5 Interface de Usuário customizável**

Plataformas como serviço devem prover funcionalidades flexíveis para construção de interfaces de usuários a partir de uma metodologia “arrastar e soltar” que permita a criação e configuração de componentes de interface de usuário (IU) em tempo real.

Para tanto, devem ser disponibilizados componentes de IU que possam ser montados como blocos de construção, com uma quantidade mínima de codificação. No caso de uma personalização, para atender as necessidades do cliente, deve ser possível, de forma simplificada, invocar bibliotecas reutilizáveis de componentes IU sem a necessidade de se escrever códigos complexos.

Alem disto, dado o enorme crescimento de dispositivos web, se faz necessário uma flexibilidade adicional para suportar tecnologias emergentes de forma que esta característica também esteja disponível para o projeto da IU.

Uma PaaS deve providenciar um controle completo e minucioso das formas de apresentação para os desenvolvedores de acordo com contextos específicos, de forma que seja possível exibir os resultados independente de qual dispositivo o usuário venha utilizar.

#### **4.2.6 Banco de dados configuráveis**

A persistência de dados é fundamental em muitas aplicações, logo, facilitar a criação, configuração e implantação de persistência de objetos sem requerer programação especializada é uma característica poderosa da plataforma de nuvem que representa um excelente desafio.

Por isto, uma PaaS deve suportar a construção de objetos, a definição de relacionamento entre os objetos e a configuração do comportamento dos dados dentro de uma janela do navegador através do paradigma declarativo “apontar e clicar”.

A partir de uma interface web que proporcione um controle visual completo relacionado a meta-dados, deve ser possível aos desenvolvedores definir objetos com os atributos que determinam que tipo de dados são armazenados em cada objeto.

Outra função bastante relevante é a incorporação de regras de validação e permissão relacionadas a objetos, adicionando a especificação de um comportamento adequado para futuras auditorias.

#### **4.2.7 Funcionalidades de Workflow**

A execução de processos de negócio através de automação dos processos é o propósito básico das aplicações de negócio.

Uma plataforma de nuvem deve oferecer um mecanismo de lógica de negócios que suporte a definição de processos workflow e a especificação de regras de negócios para gerar a automação dos processos.

Um workflow define os diferentes estados de um objeto durante seu ciclo de vida. As ações em um workflow direcionam os objetos através de diferentes estados dentro de um contexto, podendo ser acionado a partir da intervenção humana, se o usuário possuir permissão para isto, ou através de um evento no ambiente.

Com a utilização de uma combinação de processos, estados, ações, eventos e regras que definem as ações, os desenvolvedores devem ser capazes de modelar diversos e distintos processos de negócio usando ferramentas “apontar e clicar” dentro de uma janela de navegador.

#### **4.2.8 Controle sobre segurança e compartilhamento**

Uma PaaS deve oferecer um controle de acesso flexível que permita um controle detalhado sobre o que os usuários de uma aplicação SaaS podem ver e quais dados podem acessar.

A definição de acesso ao nível da aplicação, tais como permissão por menus, guias, relatórios, etc., também devem ser possíveis, bem como a especificação de um modelo de controle de acesso através da criação de grupos e regras em função dos usuários deve ser factível.

Os usuários também podem ser segmentados através de uma estrutura organizacional comum que fornece acesso detalhado a dados e recursos.

#### **4.2.9 Modelo de integração flexível**

Uma PaaS facilita a rápida construção de aplicações na nuvem fornecendo elementos fundamentais como persistência de dados e funcionalidades de workflow que são essenciais para a criação de qualquer aplicação de negócios.

Considerando que ambientes complexos de TI (Tecnologia da Informação) estão presentes na maioria das empresas hoje, a oferta de PaaS contribui com a disseminação de princípios da Service Oriented Architecture (SOA) que permitem a integração de dados e funcionalidades de aplicativos que residem na plataforma de nuvem com outros sistemas e aplicações on-premise ou on-demand.

Minimamente uma PaaS deve suportar um modelo de integração flexível, baseado na web que deve fornecer o padrão CRUD (creat – read –update – delete / criar – ler – atualizar – excluir), bem como métodos de pesquisa, upload e download de arquivos, métodos para trabalhar com arquivos e imagens e ainda métodos para trabalhar com os relacionamentos.

As APIs devem possuir às mesmas permissões e restrições de controle de acesso que foram especificados por meio do modelo de segurança. Além disso, para acelerar a integração entre as aplicações em nuvem e em sistemas empresariais on-premise, a plataforma da nuvem pode fornecer uma variedade de conectores pré-fabricados.

### **4.3 VANTAGENS**

Algumas vantagens da utilização de PaaS são descritas a seguir.

- Menor investimento inicial, fato que representa um menor risco ao negócio, visto não ser necessário investimentos com infra-estrutura, softwares básicos como sistemas operacionais e softwares adicionais necessários para executar as aplicações necessárias ao ambiente de desenvolvimento. Ocorre também uma redução de custos, considerando que só é pago o que efetivamente for utilizado, sendo os custos relativos a manutenção da infra-estrutura de

responsabilidade do provedor.

- Atualizações e novas funcionalidades são disponibilizadas de forma imediata, não sendo necessário dedicar especialistas para estas funções.
- Suporte mais ágil com soluções implementadas rapidamente, onde os problemas encontrados são tratados e a solução é disponibilizada de forma transparente a todos os usuários sem a necessidade de um tratamento individual que retarda a disponibilização da correção.
- A empresa pode focar seus esforços no seu negócio, sem despende energia com a escolha e manutenção de sistemas.
- Aumento da disponibilidade e segurança dos dados. É um aspecto muito importante porque muitas empresas ainda não possuem procedimentos de backup, restauração e planos de contingência para o caso da perda de informações ou falha de hardware.

#### **4.4 CONCLUSÃO**

Características, desafios e vantagens de utilização de uma plataforma como serviço foram apresentados neste capítulo.

## 5. SOFTWARE COMO SERVIÇO - SAAS

### 5.1 INTRODUÇÃO

O fornecimento de software como serviço é um conceito atrativo para os profissionais de TI que se defrontam com intermináveis atualizações, correções e disputas de licenças de software.

### 5.2 ANALISANDO SAAS

Quando se pensa em utilizar aplicações SaaS em detrimento de softwares tradicionais, certas premissas precisam ser analisadas, porque efetivamente podem se tornar barreiras para adoção deste modelo, algumas delas são descritas a seguir.

A **confiança** no fornecedor é um quesito fundamental em qualquer solução. Para software licenciado, a confiança resume-se basicamente na qualidade dos serviços de suporte e atualização e ainda na longevidade do fornecedor.

Qualquer solução SaaS oferece uma interface mais nítida de terceirização, com responsabilidades definidas e vinculadas ao serviço entregue. Isto permite estabelecer relações de confiança em um novo nível, onde qualquer falha interna é imediatamente imputada direta e exclusivamente ao provedor.

De certa forma, esta analogia também pode ser utilizada em relação a **segurança**, lógica e física, visto que, teoricamente, quanto mais encapsulado for o produto final, mais seguro será o serviço, porque os componentes, e conseqüentes possíveis falhas, ficam encapsulados na infra-estrutura do fornecedor, sendo este o único responsável.

A **propriedade de dados** é um aspecto muito impactado com esta mudança de paradigma, onde a questão preponderante seria, onde estão armazenados os dados e quem tem acesso a eles?

Os serviços normalmente oferecem garantias de recuperação, cópia e redundância de dados em um nível muito mais abstrato que partições e tabelas. Algo que é possível porque a própria infra-estrutura sob demanda exige grande abstração

para permitir eficiência no gerenciamento e escalabilidade.

As **plataformas proprietárias** sempre geram uma preocupação legítima, isto é discutido ao longo dos anos e a discussão repete-se agora sobre plataformas de computação em nuvem.

A baixa interoperabilidade entre plataformas não impediu de forma consistente o avanço das mesmas no passado, porém se deve escolher um provedor com expectativas em longo prazo e com boa capacidade de execução.

Quanto a aplicações, a interoperabilidade em software licenciado é mínima e a vinculação a um fornecedor é uma condição comum. Mais uma vez a maior abstração de aplicações e componentes para serviços encapsulados favorecem o surgimento de protocolos de interoperabilidade em relação aos negócios que são garantidos contratualmente.

Não é difícil imaginar que aplicações rodando na nuvem podem substituir em larga escala aplicativos que precisam de licença para utilização.

Avaliando o aspecto **disponibilidade**, por exemplo, aplicações de produtividade precisam de vários recursos disponíveis para funcionar a partir de um dispositivo, da rede sem fio, da internet e do provedor.

Somado a isto, o acelerado crescimento das plataformas móveis gera a necessidade de disponibilidade constante, em qualquer lugar e a qualquer tempo, logo, como este quesito afeta diretamente os consumidores, obviamente os produtos precisam apresentar esta característica.

## **5.3 CARACTERÍSTICAS DE UM SAAS**

### **5.3.1 Arquitetura multi-cliente**

Nesta arquitetura, todas as partes compartilham uma estrutura comum e uma base de código que é mantida centralizada.

Por estarem na mesma infra-estrutura os fornecedores podem inovar mais rapidamente, liberando novas versões mais corretas e com maiores funcionalidades, e com isto economizar um valioso tempo de desenvolvimento que anteriormente era



gasto com a manutenção de inúmeras versões com código desatualizado.

### **5.3.2 Aplicações configuráveis**

Como aplicativos SaaS são dirigidos a uma arquitetura multi-cliente, normalmente não aceitam customizações, de forma que, ao contrário do modelo tradicional, não é possível um cliente alterar o código fonte da aplicação, o esquema do banco de dados ou as interfaces gráficas.

Porém, aplicações SaaS são projetadas para suportar configurações, que são um conjunto de opções, parâmetros, que afetam as funcionalidade e aparência da aplicação. Cada cliente pode ter seus próprios parâmetros para as opções de configuração.

Aplicações SaaS podem permitir que um cliente forneça através de uma interface seu logotipo e ainda um conjunto de cores embora não seja permitido alterar o layout das páginas para algo diferente do que foi projetado, sendo que estas especificidades são preservadas quando ocorrem atualizações.

### **5.3.3 Rápido desenvolvimento**

Considerando que não há preocupações com instalação, configuração e manutenção do ambiente de desenvolvimento, os desenvolvedores podem se preocupar unicamente com os detalhes das regras de negócios, diminuindo o tempo para desenvolvimento do software e aumentando por consequência sua produtividade.

### **5.3.4 Rápida atualização**

Segundo [Creese, 2010], aplicações SaaS são atualizadas mais frequentemente que os softwares tradicionais, muitas vezes semanalmente ou mensalmente.

Isto acontece porque a hospedagem é centralizada, então quaisquer atividades de atualização se tornam visíveis, e de forma transparente, a todos os clientes sem haver necessidade de reinstalação específica no cliente.

Como a configuração é única, os testes do desenvolvimento também são mais rápidos. Além disto, o provedor da solução pode ter acesso ao comportamento

do usuário dentro da aplicação, através de uma web analítica, o que torna mais fácil identificar áreas com necessidade de melhorias.

### **5.3.5 Protocolos de integração abertos**

Visto que aplicações SaaS não podem acessar os sistemas internos de uma empresa, elas precisam oferecer protocolos de integração bem como APIs que possibilitem conexões através da rede.

A ubiquidade de aplicações SaaS e de outros serviços da internet, além da padronização de APIs, aumentou o desenvolvimento de mashups, que são aplicações que combinam dados, apresentação e funcionalidades de múltiplos serviços criando então um serviço composto, fato este que aumenta a diferença para os softwares licenciados visto que estes não são facilmente integrados fora do firewall da empresa.

### **5.3.6 Funcionalidades Colaborativas**

Certamente inspirado no sucesso das redes sociais, aplicações SaaS podem prover características que permitam os usuários colaborarem e compartilharem informações.

Estas funcionalidades também podem ser utilizadas para identificar novas idéias para melhorar o software. Uma colaboração, implícita ou explícita, entre usuário de clientes distintos só é possível a partir de um software com hospedagem centralizada.

### **5.3.7 Disponibilidade**

Software como serviço permite o acesso e utilização dos softwares disponíveis no mercado através de uma rede remota ou conexão à Internet.

Isso significa que o software não está instalado no computador do assinante, mas sim no servidor do provedor de SaaS. Isso também faz com que o software esteja disponível para o assinante a qualquer tempo e independentemente de sua localização.

O SaaS ainda deve ser acessível por qualquer tipo de dispositivo

computacional, garantindo que todos possam ver as informações ao mesmo tempo, sendo um desafio melhorar o acesso aos dados, de forma a tornar mais fácil o gerenciamento de privilégios e o controle da utilização dos dados.

### **5.3.8 Licenças**

Os SaaS possuem um modelo de licenciamento baseado em assinatura, ao contrário de uma taxa única para uso perpétuo, como é feito com os softwares tradicionais.

Este modelo utiliza uma abordagem simples, baseada em tempo de uso, sendo cobrado somente aquilo que foi utilizado pelo usuário, como é feito, por exemplo, pelas companhias de energia elétrica.

### **5.3.9 Gerenciamento**

As aplicações SaaS são completamente gerenciadas pelo fornecedor, e acordos SLA, regem a qualidade, disponibilidade e suporte que o provedor deve prover para o cliente.

Algumas formas de gerenciamento essenciais para SaaS incluem o provisionamento, funções de configuração, controle de pagamento, monitoração e suporte.

## **5.4 DESAFIOS PARA ADOÇÃO**

Algumas limitações podem atrapalhar a aceitação de aplicações SaaS e até inviabilizar sua utilização em alguns casos.

Como os dados estão sendo armazenados na nuvem, nos servidores do provedor, a segurança dos mesmos pode ser visto como um problema [Lisserman, 2010].

O software como serviço está hospedado na nuvem, longe dos usuários da aplicação. Este fato introduz latência para o ambiente, tornando o modelo SaaS inadequado para aplicações que exigem tempo de resposta muito pequeno.

Arquiteturas multi-clientes, que impulsionam a eficiência de custos para os provedores de solução, não permitem uma customização verdadeira para clientes

em larga escala, proibindo sua utilização em cenários que a customização é imprescindível.

Algumas aplicações de negócio requerem acesso ou integração com dados atuais do cliente. Quando o volume de dados é muito grande, ou os dados são informações sigilosas a integração com o software remoto é cara ou apresenta muitos riscos.

## **5.5 VANTAGENS**

Algumas vantagens da utilização de SaaS são descritas a seguir.

- Os aplicativos SaaS estão disponíveis a partir de quaisquer computadores ou dispositivos computacionais, a qualquer hora e em todos os lugares, por isto SaaS tende a ter altos índices de adoção, com pouco esforço para aprendizagem, dado que já existe uma familiarização geral com o uso da internet.
- Não existem taxas de licença, sendo cobrado apenas pela utilização, o que significa menor custo inicial, sendo o provedor o gerente de toda a infraestrutura de TI, bem como seus custos e ainda os gerentes humanos.
- As atualizações são transparentes e de única responsabilidade do provedor, não existem arquivos para download ou para serem instalados. Além disto, o provedor gerencia a disponibilidade e o cliente não tem que se preocupar em adicionar hardware ou largura de banda com o crescimento de usuários.
- Os provedores podem escalar sua infra-estrutura de forma indefinida para atender a demanda de um cliente, além de poder oferecer funcionalidades para atender necessidades específicas, agregando integração a sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) legados ou sistemas de produtividade.

## **5.6 CONCLUSÃO**

Neste capítulo foram analisadas algumas perspectivas relevantes a adoção de um SaaS e descritas características, desafios e vantagens deste modelo.

## **6. CONCLUSÃO**

A computação como um serviço é um fato em ebulição e tem se tornando um paradigma cada vez mais reconhecido, por isto, diversas empresas que já perceberam suas vantagens têm apoiado e incentivado o seu desenvolvimento. O meio científico também tem demonstrado muito interesse no desenvolvimento e adoção deste paradigma.

Este trabalho apresentou um estudo sobre a computação em nuvens, sendo discutidos aspectos conceituais da estrutura deste paradigma. Este estudo abordou os conceitos fundamentais do ambiente da nuvem bem como descreveu os modelos de serviços mais retratados na literatura.

### **6.1 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS**

A computação em nuvem, nos diversos aspectos que lhe dizem respeito, tais como infra-estrutura, plataforma e software como serviço tem apresentado uma grande aceitação tanto no meio empresarial quanto no científico devido as diversas vantagens que apresenta em relação ao modelo tradicional.

Este trabalho apresentou os principais aspectos referentes a computação em nuvem, destacando suas características e modelos. Foi possível perceber que este paradigma é muito flexível e podem ser ressaltadas muitas vantagens advindas da sua adoção.

A principal contribuição deste trabalho foi apresentar um overview do ambiente de nuvens computacionais.

Como trabalho futuro pretende-se, estudar mais detalhadamente os fundamentos para desenvolvimento de software com serviços, bem como quais ferramentas estão disponíveis para este propósito, de forma que seja possível o efetivo desenvolvimento de software para nuvens.

Também se espera, com as informações obtidas nestes estudos, a criação de uma abordagem voltada ao desenvolvimento automático de SaaS utilizando uma arquitetura dirigida a modelos.

## BIBLIOGRAFIA

[Creese, 2010] CREESE, G. **SaaS vs. Software: The Release Cycle for SaaS Is Usually (Not Always) Faster.** Gartner blog. Gartner, Inc. Retrieved 24 April 2011. (<http://blogs.gartner.com/guy-creese/2010/05/18/saas-vs-software-the-development-cycle-for-saas-is-usually-not-always-faster/>)

[Lisserman, 2010] LISSERMAN, M. **SaaS And The Everlasting Security Concerns.** Forrester Research, 2010.

[Dawoud, 2010] DAWOUD, W., TAKOUNA, I., MEINEL, C. **Infrastructure as a service security: Challenges and solutions.** Informatics and Systems (INFOS), 2010 The 7th International Conference on , vol., no., pp.1-8, 28-30 March 2010.

[Open Group, 2004] The Open Group. **SLA Management Team, SLA Management Handbook.** Enterprise Perspective, 2004.

[Frankova, 2007] FRANKOVA, G. **Service Level Agreements: Web Services and Security.** Lecture Notes in Computer Science. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin, 2007, vol. 4607.

[Patel, 2009] PATEL, P., RANABAHU, A., SHETH, A. **Service Level Agreement in Cloud Computing.** Cloud Workshops at OOPSLA09, 2009. Disponível em: <<http://knoesis.wright.edu/aboutus/visitors/summer2009/PatelReport.pdf>>. Acessado em 12 mai 2010.

[Cearley, 2009] CEARLEY, D. et al – **Hype Cycle for Applications Development – Gartner Group Reporter number G00147982.** Disponível em: <<http://www.gartner.com>>. Acessado em: 08 mai 2011.

[Armbrust , 2009] ARMBRUST, M., FOX, M., GRIFFITH, R., et al. **Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing.** University of Califórnia at Berkeley Technical Report, 2009.

[Vaquero, 2008] VAQUERO, L., RODERO-MERINO, L., CACERES, J., LINDENER, M. **A break in the clouds: towards a cloud definition.** SIGCOMM, 2008.

[Buyya, 2008] BUYYA, R., YEO, C. VNUGOPAL, S. **Market-oriented cloud**

**computing: Vision, hype, and reality for delivering it services as computing utilities.** 2008.

[Nist, 2009] NIST. **The NIST Definition of Cloud Computing.** Disponível em: <[http://csrc.nist.gov/publications/drafts/800-145/Draft-SP-800-145\\_cloud-definition.pdf](http://csrc.nist.gov/publications/drafts/800-145/Draft-SP-800-145_cloud-definition.pdf)>. Acessado em: 08 mai 2011.

[Vecchiola, 2009] VECCHIOLA, C., CHU, X., BUYYA, R. **Aneka: A Software Platform for .NET-based Cloud Computing.** High Speed and Large Scale Scientific Computing. IOS Press. Amsterdam. 2009.

[Google, 2009 ] Google. **Google App Engine.** Disponível em: <<http://code.google.com/appengine/>>. Acessado em: 08 mai 2011.

[Amazon, 2009] Amazon. **Amazon EC2.** Disponível em: <<http://aws.amazon.com/ec2/>>. Acessado em: 08 mai 2011.

[Eucalyptus, 2011] Eucalyptus. **Eucalyptus Systems.** Disponível em: <<http://www.eucalyptus.com/>>. Acessado em: 08 mai 2011.

[Nimbus, 2011] Nimbus. **Nimbus Project.** Disponível em: <<http://www.nimbusproject.org/>>. Acessado em: 09 mai 2011.

[Marinos, 2009] MARINOS, A., **Briscoe, G. Community Cloud Computing.** Lecture Notes in Computer Science. Springer. 2009.

[Taurion, 2009] TAURION, C. **Computação em Nuvem: Transformando o mundo da tecnologia da informação.** Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

[Sousa, 2009] SOUSA, F., MOREIRA, L., MACHADO, J. **Computação em Nuvem: Conceitos, Tecnologias, Aplicações e Desafios.** In: Antônio Costa de Oliveira; Raimundo Santos Moura; Francisco Vieira de Souza. (Org.). III Escola Regional de Computação Ceará, Maranhão e Piauí (ERCEMAPI). 1 ed. Teresina: SBC, 2009, v. 1, p. 150-175.

[Carr, 2008] CARR, N. **Big Switch: Rewiring the World, from Edison to Google.** Norton & Company, 2008.

[La, 2009] La, H., Choi, S., Kim, S. **Technical Challenges and Solution Space for Developing SaaS and Mash-Up Cloud Services.** e-Business Engineering, 2009.

ICEBE '09. IEEE International Conference on , vol., no., pp.359-364, 21-23 Oct. 2009.

[Liu, 2010] Liu, F., Guo, W., Zhi, Q., Chou, W. **SaaS Integration for Software Cloud**. Cloud Computing (CLOUD), 2010 IEEE 3rd International Conference on , vol., no., pp.402-409, 5-10 July 2010.

[Lin, 2008] Lin, G.; Dasmalchi, G.; Zhu, J. **Cloud Computing and IT as a Service: Opportunities and Challenges**. Web Services, 2008. ICWS '08. IEEE International Conference on , vol., no., pp.5-5, 23-26 Sept. 2008.

[Dawoud, 2010] Dawoud, W., Takouna, I., Meinel, C. **Infrastructure as a service security: Challenges and solutions**. Informatics and Systems (INFOS), 2010 The 7th International Conference on , vol., no., pp.1-8, 28-30 March 2010.

[Namjoshi, 2009] Namjoshi, J., Gupte, A. **Service Oriented Architecture for Cloud Based Travel Reservation Software as a Service**. Cloud Computing, 2009. CLOUD '09. IEEE International Conference on , vol., no., pp.147-150, 21-25 Sept. 2009.

[Godse, 2009] Godse, M., Mulik, S. **An Approach for Selecting Software-as-a-Service (SaaS) Product**. Cloud Computing, 2009. CLOUD '09. IEEE International Conference on , vol., no., pp.155-158, 21-25 Sept. 2009.

[Pervez, 2010] Pervez, Z., Khattak, A., Sungyoung L., Young-Koo L. **Dual Validation Framework for Multi-Tenant SaaS Architecture**. Future Information Technology (FutureTech), 2010 5th International Conference on , vol., no., pp.1-5, 21-23 May 2010.

[Wu, 2008] Wu C. **Web Services: Software-as-a-Service (SaaS), Communication, and Beyond**. Congress on Services Part II, 2008. SERVICES-2. IEEE , vol., no., pp.1-1, 23-26 Sept. 2008.

[Das, 2010] Das, C., Mohan, G., Roy, R., Bhattacharya, S . **Quo vadis, SaaS a system dynamics model based enquiry into the SaaS industry**. Information Management and Engineering (ICIME), 2010 The 2nd IEEE International Conference. pp.732-737, 16-18 April 2010.