



Universidade Federal de Pernambuco

Centro de Informática

Graduação em Ciência da Computação

Os Desafios E Oportunidades Da Integração e Migração De Empresas Com Cloud Computing

Trabalho de Graduação

Emanuel Victor França Gomes da Silva

Orientador: José Carlos Cavalcanti

Dezembro de 2019

Emanuel Victor França Gomes da Silva

**Os Desafios E Oportunidades Da Migração e Integração De Empresas
Com Cloud Computing**

Trabalho apresentado ao Programa de Graduação em Ciência da Computação do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação

Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Informática
Graduação em Ciência da Computação

Orientador: José Carlos Cavalcanti

Dedico este trabalho primeiramente à Deus, família, amigos e Danieli, minha noiva, que tanto me incentivaram a persistir e perseguir meus sonhos

Resumo

A computação em nuvem é uma tecnologia que pode mudar completamente a forma que uma empresa trabalha e armazena seus dados e aplicações, trazendo muitos benefícios, como escalabilidade e redução de custos. No entanto, durante o processo de integração, essa tecnologia pode apresentar grandes desafios para as empresas que não estão preparadas. O objetivo deste estudo é apresentar os principais conceitos envolvidos durante o processo de integração com a computação em nuvem, especificando os modelos Infraestrutura, Plataforma e Software como serviços, e os tipos de implantação disponíveis, bem como os principais benefícios e desafios que são provenientes do processo. Além disso, o trabalho se propõe a comparar os principais *players* disponíveis no mercado de *Cloud* (Computação em Nuvem) *Computing* (Computação em Nuvem), e a detalhar um estudo de caso, que pode servir de roteiro para empresas que pretendem migrar para um ambiente de nuvem.

Palavras-chave: *Computação em nuvem; Plataforma como Serviço, Infraestrutura como Serviço, Software como Serviço, Estudo de caso.*

Abstract

Cloud computing is a technology that can completely change the way a company works and stores its data and applications, bringing many benefits such as scalability and cost reduction. However, during the integration process, this technology can present major challenges for companies that are not prepared for it. The aim of this study is to present the main concepts involved during the process of integration with cloud computing, specifying the Infrastructure, Platform and Software models as services, and the types of deployment available, as well as the main benefits and challenges that come from the process. In addition, the research also proposes to compare the main players available in the Cloud Computing market, and detail a case study that can serve as a roadmap for companies seeking to migrate to a cloud environment.

Keywords: *Cloud computing; Platform as a Service, Infrastructure as a Service, Software as a Service, Case Study.*

Sumário

1	Introdução	7
1.1	Contexto e Motivação	7
1.2	Objetivo	8
1.3	Método de Pesquisa	8
1.4	Estrutura do Documento	8
2	Computação na Nuvem: Conceitos e Características	9
2.1	Conceitos	9
2.2	Exemplos de Aplicações	11
2.3	Características	12
3	Integração e Migração	14
3.1	Conceitos	14
3.2	Modelos de Serviço	16
3.3	Modelos de Implantação	18
3.4	O Processo de Migração	18
4	Benefícios e Oportunidades	21
4.1	Maior eficiência e redução de custos	21
4.2	Segurança dos dados	23
4.3	Escalabilidade	24
4.4	Mobilidade	25
4.5	Recuperação de dados	25
5	Desafios	26
5.1	Alocação eficiente de recursos	26
5.2	Segurança e Privacidade	27
5.3	Escalabilidade e Disponibilidade de dados	28
5.4	Migração para a Nuvem	29
5.5	Interoperabilidade entre nuvens	31

6 Principais Players	32
7 Estudo de Caso: Spotify	35
7.1 O Motivo de Migrar	35
7.2 A Migração dos Serviços	36
7.2.1 Lições Aprendidas	38
7.2.2 Resultados	38
7.3 Outros Casos de Migração	39
8 Considerações Finais	41
Referências	44

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contexto e Motivação

O processo de transformação digital envolve a maioria das empresas e startups atualmente, fazendo com que elas acompanhem e evoluam junto com o mercado de tecnologia da informação, entregando produtos mais robustos, dinâmicos e escaláveis para os consumidores finais. A computação em nuvem é o principal agente que transforma a forma com que as empresas processam e armazenam os seus dados e aplicações, entregando produtos de qualidade para os seus clientes, com um custo mais baixo, comparado com processamento e armazenamento locais.

A computação em nuvem faz com que as empresas gastem menos esforços e investimentos na aquisição e gerenciamento de hardwares e software, permitindo que elas possam investir mais tempo e recursos no desenvolvimento dos seus produtos. Além da clara redução nos custos, a computação em nuvem também é capaz de trazer mais escalabilidade e mobilidade para os negócios, utilizando uma Infraestrutura como Serviço (IaaS), por exemplo. Na prática, resulta em uma maior agilidade e disponibilidade ao lidar com as alterações de demanda do mercado e responder aos clientes, entendendo as necessidades envolvidas e mudando o plano de negócio para melhor atendê-los.

Algumas empresas se encontram no processo onde decidem migrar seus dados e aplicações para um ambiente de *cloud computing*, e dependendo do serviço que cada uma desempenha, existem configurações de ambientes de nuvem mais recomendadas que outras. Portanto, se não houver um planejamento adequado e uma equipe que possa gerenciar esse processo de forma minuciosa, essas empresas acabam se deparando com grandes desafios envolvendo a integração com computação em nuvem, como a segurança e privacidade dos dados e uma alocação eficiente de recursos.

1.2 Objetivo

É no contexto do processo de migração das empresas que se situa este estudo, tendo como objetivo analisar as possíveis configurações de ambientes de nuvem, os possíveis benefícios que podem ser alcançados após a integração e os desafios que podem surgir durante esse processo. Além disso, este trabalho também se propõe a apresentar e comparar os principais fornecedores de computação em nuvem, bem como apresentar o relato de um estudo de caso de uma das principais empresas de serviço de *streaming* de música da atualidade.

1.3 Método de Pesquisa

O estudo se configura numa abordagem exploratória e bibliográfica, provenientes de artigos científicos e de *websites*, sobre o uso da computação em nuvem. O método de procedimento adotado foi o descritivo, pautando a pesquisa em um levantamento bibliográfico (artigos científicos, livros, dissertações, teses e websites).

1.4 Estrutura do Documento

Este trabalho encontra-se dividido em seis capítulos. No primeiro é explicado os principais conceitos e características da computação em nuvem, juntamente com exemplos práticos de aplicações conhecidas. Em seguida são tratados os principais conceitos de Integração, onde são explicados cada modelo de serviço (Infraestrutura, Plataforma e Software como serviços), e os modelos de implantação (Nuvem Pública, Privada e Híbrida), e ao final é detalhado como pode ser executado o processo de migração. No terceiro capítulo são apresentados os principais benefícios, obtidos ao realizar a integração com a nuvem. O quarto capítulo aborda os desafios mais comuns enfrentados pelas empresas ao se integrar com um ambiente na nuvem. No quinto é realizada uma comparação dos principais provedores de serviço de nuvem: Amazon Web Services; Microsoft Azure; Google Cloud Platform. Por fim, no sexto capítulo, é apresentado o estudo de caso do Spotify, gigante do setor de streaming de músicas, relatado pelo diretor do departamento de engenharia da empresa, durante a conferência Google Cloud Next realizada em São Francisco.

Capítulo 2

Computação na Nuvem: Conceitos e Características

2.1 Conceitos

Voltando um pouco no tempo para o ano de 1946 quando o primeiro computador foi construído, toda a computação era centralizada e local. O Eniac chegava a ocupar uma sala de 10 x 18m, pesava cerca de 30 toneladas e funcionava através de cartões perfurados [1]. Hoje em dia nós estamos trabalhando e não fazemos ideia da quantidade de troca de dados que fazemos com outros softwares e hardwares, pois grande parte dos dados e aplicações que utilizamos não estão presentes de forma local e centralizada, e sim, armazenados de alguma forma na chamada “nuvem”. Mas como podemos definir a “computação na nuvem” e como ela funciona?

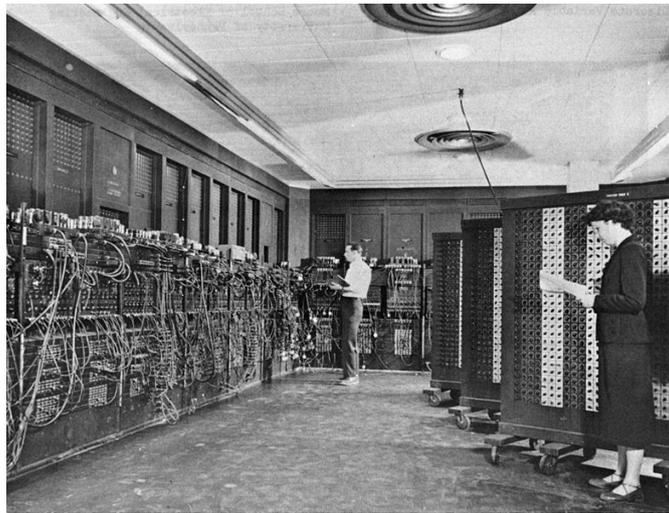


Figura 2.1: Electronic Numerical Integrator And Computer(ENIAC) [1]

Segundo a Amazon Web Services [2], Cloud computing é definida como sendo a entrega sob demanda de poder computacional, armazenamento de banco de dados, aplicativos e outros recursos de TI pela Internet com uma definição de preço conforme o uso. Já de acordo com Erl [3], a definição de computação em nuvem é uma forma especializada de computação distribuída que introduz modelos de utilização para provisionar remotamente recursos escaláveis e medidos.

Ou seja, a computação em nuvem consiste de ao invés de os recursos estarem localmente na sua área de trabalho ou em algum lugar da sua empresa, existe a possibilidade deles estarem disponíveis como um serviço através da internet. E para o usuário que utiliza da computação na nuvem não importa muito a localização real dos recursos que ele precisa, apenas que eles estejam disponíveis sempre que forem necessários. Além disso a computação em nuvem tira grandes responsabilidades das mãos dos desenvolvedores e departamentos de TI das empresas e organizações, uma vez que evita trabalhos como aquisição, manutenção e gerenciamento de dados e aplicações.

Uma analogia que pode tornar mais simples o entendimento do conceito de computação em nuvem é compará-la por exemplo como consumimos as nossas refeições diárias. Digamos que uma pessoa deseja jantar, tal pessoa pode optar por cozinhar seu próprio alimento, e isso vai exigir que ela possua os conhecimentos culinários necessários, toda a infraestrutura que o jantar exige e no final ainda terá que organizar e limpar tudo o que foi utilizado. Uma opção mais simples seria tal pessoa terceirizar a sua refeição e ir num restaurante, onde todo o processo de preparação do jantar ficará sobre responsabilidade do Chef, além disso o restaurante deve prover a infraestrutura necessária para que a pessoa possa desfrutar de uma boa refeição, e nem irá precisar lavar os pratos! Ou seja, um serviço sob demanda, exatamente como a cloud computing, onde você paga por aquilo que consome sem se preocupar com a infraestrutura que será necessária durante o processo.

Como relatado por Erl [3] o termo cloud surgiu como uma metáfora à Internet, que se apresenta como uma rede de redes que fornece acesso remoto a diversos recursos de TI descentralizados. Antes da computação em nuvem se tornar um segmento à parte o símbolo era comumente utilizado para representar a internet em si. Hoje em dia o símbolo de nuvem é mais utilizado para se referir a cloud computing em si.

Dos tipos de recursos que podem ser acessados na nuvem, estão os que podem ser considerados um artefato físico, como um servidor, ou virtual como um programa de software:



Figura 2.2: Examples of common IT resources and their corresponding symbols [3]

A figura 2.3 ilustra o símbolo da nuvem e alguns recursos de TI que podem estar disponíveis num ambiente de cloud computing:

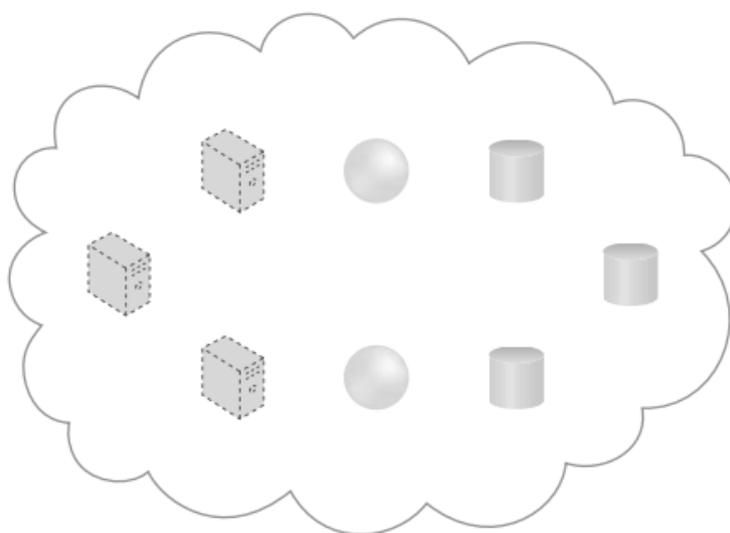


Figura 2.3: A cloud is hosting eight IT resources: three virtual servers, two cloud services, and three storage devices [3]

2.2 Exemplos de Aplicações

Uma forma mais simples de compreender como a cloud computing funciona e como está presente no nosso dia a dia é exemplificando com aplicações que são frequentemente utilizadas por todos. Desta forma, alguns dos exemplos relatados pela New Gen Apps [4]:

- **Google Docs:** Ao invés de utilizar um programa que roda diretamente em computador (desktop ou laptop), como por exemplo o Microsoft Word, pode-se criar e editar um documento, planilha ou apresentação utilizando um, software rodando diretamente em algum dos centros de dados do Google, através da internet;

- **Gmail:** Num passado recente, para enviar e receber emails era necessário ter um programa em execução num computador, o email client. Mas logo surgiram os serviços de email através da internet como o Gmail, migrando os emails para a nuvem. Dessa forma os emails das pessoas podem ser acessados em um servidor, localizado em algum lugar do mundo, de forma extremamente fácil e acessível;
- **Alexa, Google Assistant, Siri:** O poder de computação proveniente da nuvem permite que informações sobre as preferências do usuários sejam armazenadas e acessadas facilmente de qualquer lugar com acesso a internet, permitindo fornecer soluções, mensagens e produtos personalizados para cada cliente, com base no comportamento e preferência do mesmo;
- **Spotify:** Fornece aos seus usuários acesso instantâneo à milhões de músicas, quando e onde eles quiserem, permitindo criar e editar playlists e acessar através de mais de um dispositivo. Até 2016 o Spotify utilizava de servidores próprios para gerir seus dados; no entanto, a quantidade de data centers físicos aumentou tanto que nesse ano a equipe de TI tomou a decisão de migrar todos os seus serviços para a nuvem, esse processo gerou alguns desafios que serão relatados no estudo de caso.

Em 2017 a IDC, International Data Corporation, fez uma previsão sobre cloud computing, informando que até 2020, 67% da infraestrutura e software das empresas serão providos por servidores em nuvem [5]. Segundo a Statista [6], a receita do mercado global de computação em nuvem deve chegar a US\$ 258 bilhões em 2019, sendo que em 2017 era de US\$ 154 bilhões, ou seja, a receita deve praticamente dobrar em dois anos. A IDG realizou uma pesquisa em 2018, com 550 empresas, e levantou que em média 30% de todos os orçamentos de TI são alocados para integração com a computação em nuvem [7].

Essas são algumas estatísticas importantes que dizem muito sobre o crescimento da adoção de cloud computing, mas o que leva a isso? Quais os principais fatores que levam as empresas a escolherem e investirem na nuvem?

2.3 Características

A Control Engineering [8] relata as principais características que tornam a cloud computing tão utilizada no ambiente empresarial como sendo:

- **Sob Demanda:** Os serviços localizados na nuvem podem ser contratados da forma “pagamento conforme o uso”, muito parecido com uma mensalidade de energia elétrica, por exemplo. O usuário vai utilizando a capacidade

computacional e de armazenamento de dados, e, conforme o uso, uma expansão ou redução do serviço pode ser aplicada. Esse dinamismo do serviço é extremamente atrativo, pois garante que não haja falta ou desperdício dos recursos;

- **Já é gerenciado:** Quem contrata o serviço de nuvem não precisa se preocupar com o gerenciamento do serviço, pois o mesmo é uma preocupação do fornecedor. O cliente não precisa se preocupar com backup de dados, ataque de vírus, nem mesmo compatibilidade dos dados, o fornecedor do sistema em nuvem já faz tudo isso, deixando o cliente com mais tempo para realizar qualquer que seja o seu trabalho;
- **Suporte à múltiplos usuários:** Um sistema em nuvem deve permitir que múltiplos clientes possam acessar dados e aplicações sem que o acesso de um não interfira no outro, mantendo privacidade e segurança das informações de cada um.
- **Virtualização:** É quando um dispositivo de hardware é utilizado para criação de múltiplas instâncias virtuais de dispositivos. Esse processo de virtualização elimina a dependência existente entre software e hardware, pois os requisitos físicos podem ser substituídos por um programa de simulação. Assim, múltiplos usuários podem ter acesso à múltiplos dispositivos virtuais gerados por um único hardware. Essa abordagem gera economia para o provedor da nuvem, que diminui drasticamente o número de dispositivos físicos necessários. A virtualização desempenha um papel imprescindível no fornecimento de infraestrutura como serviço (IaaS) para a computação em nuvem, o qual será abordado no decorrer desse trabalho.

Capítulo 3

Integração e Migração

3.1 Conceitos

Integração significa unificar ou combinar dois ou mais diferentes grupos de atividades, funções, ou aplicações, no contexto de tecnologia da informação esse conceito está muito atrelado à noção de comunicação. A integração, seja de dados ou aplicações, depende muito de como a troca de dados será feita, uma vez que para fazer com que duas aplicações diferentes se relacionem e produzam algum resultado, o conteúdo a ser trocado e compartilhado deve passar por um canal de comunicação onde a linguagem dos dados utilizada deve ser de conhecimento comum de ambas aplicações.

Além da comunicação entre dados, segundo a Red Hat [9] outro ponto importante é como lidar com o tamanho de fluxo de dados que são gerados hoje em dia, o chamado “Big Data”. O big data é um grande volume de dados existentes em diversos formatos, fora do padrão habitual de comutação, que pode ter um valor comercial significativo, mas que, primeiro, deve ser integrado a partir de várias fontes ou aplicativos.

A integração de múltiplos sistemas visa combiná-los de forma que eles possam agir como um só, dando aos usuários a ilusão de que eles estão interagindo com um único sistema homogêneo, quando na verdade estão utilizando um sistema consumindo diversas fontes de dados. No caso de um sistema integrado com a nuvem, esses dados estão localizados por toda a internet. HOHPE e WOOLF, 2004 [10], descrevem um modelo de integração de empresas com alguns elementos básicos da forma representada na Figura 3.1 a seguir:

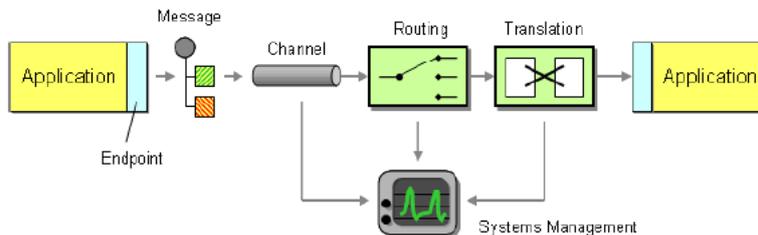


Figura 3.1: Basic Elements of an Integration Solution [10]

A **Mensagem** se refere ao componente de dados do qual uma **Aplicação** foi desenhada para enviar para a outra; nela podem estar contidos dados confidenciais do usuário, o que requer que toda a integração dessas aplicações seja sustentada por uma rede de comunicação confiável.

O **Canal** e o **Roteador** funcionam como um *message bus* (veículo), ficando encarregados de estabelecer um canal de comunicação confiável através da internet. Eles possuem a habilidade de encaminhar mensagens entre os *publishers* (editores) e *subscribers* (assinantes), podendo também enfileirar mensagens se o subscriber não estiver disponível no momento, fazendo com que não seja necessário o publisher armazenar e re-enviar a mensagem.

As aplicações podem publicar ou receber dados através do **Canal de Comunicação**, utilizando dos seus respectivos *endpoints*, gerenciando e sinalizando quando estão prontos para enviar e receber mensagens.

Visto que as aplicações podem trabalhar e representar dados de diferentes formas, um componente que possa fazer algo parecido com uma tradução de dados é essencial, e é justamente dessa forma que as funções de transformações operam, transformando formatos de dados de uma aplicação em um formato mais geral, que possa ser entendido por todos, alguns dos formatos mais utilizados são XML (*Extensible Markup Language*) e JSON (*JavaScript Object Notation*).

A integração na nuvem, é um sistema de ferramentas e tecnologias que conecta vários aplicativos, sistemas, dados e ambientes presentes no mercado de Tecnologia da Informação (TI) para a troca, em tempo real, de dados e processos. Depois da integração ter sido feita, os serviços podem ser acessados por diversos dispositivos simultaneamente através da internet. As empresas precisam ficar atentas ao escolher os tipos de serviços de cloud disponíveis, para melhor integrar os seus sistemas de forma que possam combinar os dados e aplicações locais com a flexibilidade e escalabilidade provenientes de recursos compartilhados na nuvem.

Existem alguns modelos de implantação e tipos de nuvem que foram surgindo devido às diferentes necessidades dos usuários. Como apontado pela Amazon Web Services (AWS) [11], cada um desses tipos e modelos fornece diferentes níveis de controle, flexibilidade e gestão. Segundo Kavis [12] a razão pela qual resolver os principais desafios de computação em nuvem é tão difícil pode estar na pluralidade

da mesma, já que ela se manifesta através de diferentes **modelos de serviço** (Infraestrutura, Plataforma e Aplicações, ou seja, Software Como Serviços), e também nos **modelos de implantação**: Público, Privado e Híbrido.

Além disso tudo, depende do modelo de negócio da empresa, e qual o objetivo da integração com a nuvem; ou seja, se a empresa visa economizar com a aplicação da cloud ou se procura investir mais capital e crescer o seu negócio como um todo. Ambos modelos de negócios visam se aproveitar do principal benefício da nuvem: a elasticidade, que procura lidar com a demanda imprevisível por recursos de TI.

3.2 Modelos de Serviço

A melhor forma de escolher qual é o modelo de serviço ideal para cada tipo de negócio, é compreender as diferenças entre infraestrutura, plataforma e software como serviços. A Microsoft Azure [13], um dos principais players de cloud computing atualmente, define cada um dos tipos de nuvem da seguinte forma:

- **Infraestrutura como um serviço (IaaS)**: é o modelo mais rudimentar entre os três, pois contém os componentes básicos de TI, virtuais ou em hardware dedicado, e cabe ao usuário gerir todos os processos, programas e sistemas operacionais. Oferece um alto nível de controle e flexibilidade de gerenciamento sobre os recursos oferecidos. É bastante semelhante a como os recursos são acessados hoje em dia nos departamentos de TI que não utilizam a cloud para acessar seus dados. Alguns cenários de negócios comuns de IaaS são:
 - **Hospedagem de sites**: Executar e hospedar sites utilizando IaaS pode sair mais barato do que uma hospedagem tradicional, pelos fatores de flexibilidade e fácil escalabilidade;
 - **Teste e desenvolvimento**: As equipes podem facilmente fazer o deploy de ambientes de teste e desenvolvimento, sem se preocupar com a infraestrutura que seria necessária num ambiente físico. Além disso é bem mais rápido e econômico o processo de escalar ou reduzir componentes de processamento e hardware;
 - **Análise de Big Data**: A mineração e análise dos grandes conjuntos de dados exige uma quantidade muito grande de processamento, que a IaaS fornece de forma flexível e econômica.
- **Plataforma como um serviço (PaaS)**: procura prover para o cliente uma plataforma de execução ou desenvolvimento de aplicações, de forma que não

seja necessário o gerenciamento de toda infraestrutura subjacente, geralmente composta por hardware, licenças de software e sistemas operacionais, permitindo que o mesmo possa se concentrar na implantação e gerenciamento de suas aplicações. Esse tipo de serviço em nuvem gera uma eficiência bastante considerável para o usuário, que não tem que se preocupar com aquisição de recursos ou manutenção de software, ele apenas gerencia os aplicativos e serviços que desenvolve e o provedor da PaaS gerencia todo o resto. As empresas geralmente buscam um serviço em nuvem baseado em PaaS para:

- **Desenvolvimento:** a plataforma como um serviço fornece uma estrutura ideal para desenvolver ou personalizar aplicações baseadas em nuvem.
 - **Análise de serviços:** São fornecidas ferramentas que juntamente com toda a infraestrutura de uma plataforma como serviço permitem que as empresas possam analisar e minerar seus dados, identificando padrões e prevendo resultados, melhorando assim suas futuras decisões.
- **Software como um serviço (SaaS):** representa os aplicativos finais que são acessados pelos usuários através da internet. É um solução completa de software, que pode ser comprada sob-demanda para ser utilizada diretamente pelas empresas, toda infraestrutura necessária para suprir a aplicação como hardware, software e dados do aplicativo ficam em algum data center gerenciado pelo provedor de serviços. Os exemplos de serviços de software mais comuns em SaaS são alguns já citados aqui nos exemplos de aplicações de computação em nuvem como clientes de email baseado na Web e serviços de streaming de mídia (ver Figura 3.2 à frente).



Figura 3.2: Principais serviços de Cloud e suas aplicações. [13]

3.3 Modelos de Implantação

Além dos modelos de serviço de nuvem disponíveis existem os modelos de implantação de nuvem, que segundo a Dialogic [14], podem diferir nos níveis de segurança e gerenciamento oferecidos, a saber:

- **Nuvem pública:** O modelo é implantado baseado no modelo padrão de computação em nuvem, onde o provedor de serviços disponibiliza, sob demanda, recursos, como aplicações e armazenamento, para o público em geral da internet.
- **Nuvem privada:** O sistema de nuvem é implantado, mantido e operado para uma empresa específica. Como não é compartilhado, apresenta um nível de segurança e controle mais alto, oferecendo recursos dedicados.
- **Nuvem híbrida:** Uma implantação híbrida busca realizar a junção de uma infraestrutura, aplicações e recursos tanto disponíveis na nuvem como numa estrutura local. Esse método visa estender e aumentar a infraestrutura de uma empresa conectando o seu sistema interno com recursos disponíveis na nuvem.

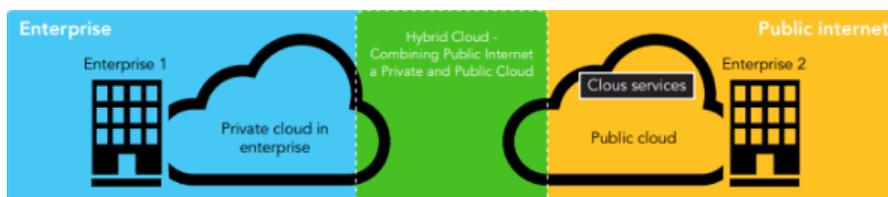


Figura 3.3: Public, Private, and Hybrid Cloud Deployment Example. [14]

Como apontado por Kavis [12], o segredo para o sucesso das empresas num ambiente de cloud é saber escolher as soluções em nuvem corretas para resolver os seus respectivos problemas de negócio. E compreender como escolher entre os modelos de implantação e serviço é crucial para as empresas realizarem os investimentos certos na nuvem.

3.4 O Processo de Migração

Em Janeiro de 2019, a RightScale [15] realizou uma pesquisa com 786 empresas, e concluiu que mesmo possuindo diferentes tamanhos e operando em regiões e setores diferentes, elas estão cada vez mais migrando seus serviços para a nuvem. A pesquisa revela que a quantidade de companhias entrevistadas que escolheu a

nuvem pública como modelo de implantação foi de 91% enquanto em 2017 foi de 89%. Já as que optaram pelo modelo privado de nuvem foi de 72%. E como resultado geral, a quantidade de entrevistados que utiliza a nuvem, seja pública ou privada, chega a ser de 94%.

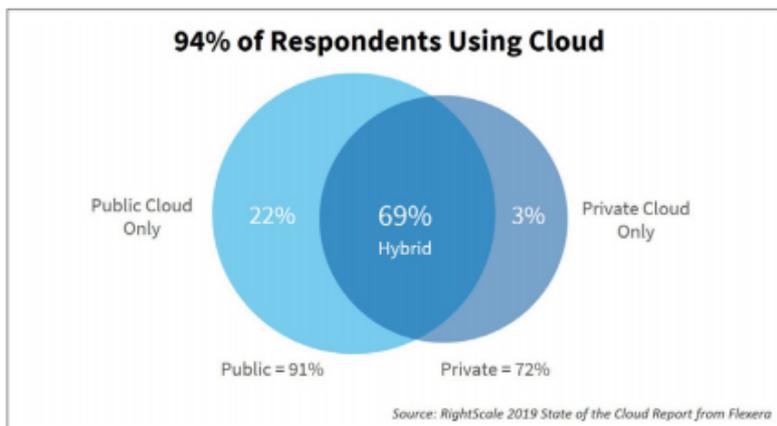


Figura 3.4: RightScale: 2019 State of Cloud Report [15]

Gartner [16] prevê que essa tendência continue até 2022, onde o segmento dos modelos de serviços com maior crescimento será a Infraestrutura como serviço que possui previsão de crescer 27,5% em 2019. Dentre os fatores desse crescimento exponencial estão inclusos a queda nos custos operacionais, melhor colaboração e uma alta flexibilidade e elasticidade dos recursos alocados.

Antes de realizar o processo de integração, o cliente deve migrar seus dados de forma apropriada. O processo de migração para a nuvem consiste de mover dados e aplicações para o domínio do provedor de serviço em nuvem, a fim de integrá-los com os recursos de hardware e software disponíveis. Esse processo possui alguns passos, que se seguidos podem resultar em uma migração de sucesso, como apontado por Bozicevic [17]:

- **Planejamento:** Antes de mais nada é preciso se planejar de forma efetiva para estar preparado para quaisquer imprevistos que podem ocorrer durante o processo de migração. Primeiro é importante estar definido os motivos pelos quais a migração para a nuvem é necessária e quais objetivos são esperados alcançar. Para isso, é necessário montar um time responsável pela migração com uma gerência eficiente, que possa supervisionar e tomar decisões técnicas durante todo o processo.
- **Escolha do ambiente:** Um outro ponto importante é analisar e escolher qual configuração de nuvem, modelo de serviço e implantação, se adequa

melhor ao serviço que vai ser executado e quais benefícios se espera alcançar ao migrar para a nuvem.

- **Migração dos dados e aplicações:** Há duas formas efetivas de mover os dados para a nuvem, *lift and shift* e *rewrite*:
 - O método Lift and Shift consiste de mover os dados e aplicações dos servidores locais para os localizados na nuvem, executando mínima, ou nenhuma, atividade de refatoração. No estado em que se encontra, o aplicativo é movido e executado na nuvem. No entanto, dependendo do tamanho dos dados e aplicações, essa abordagem pode ser um tanto quanto ineficiente, pois algumas empresas possuem uma quantidade gigantesca de dados, tornando esse processo muito lento.
 - O método Rewrite é definido quando os dados e aplicações são refatorados para, de forma mais eficiente, aproveitar as principais ferramentas e recursos que os servidores de nuvem podem oferecer. Pode trazer mais benefícios, visto que os serviços da empresa foram adaptados para extrair o melhor que a nuvem pode oferecer. Porém se as aplicações possuírem muitas dependências entre si, uma refatoração desse tipo pode implicar em mudanças muito complexas em diversos níveis de software.

Capítulo 4

Benefícios e Oportunidades

Na pesquisa da IDG [7], realizada em 2018, das 550 empresas entrevistadas, 71% dos participantes responderam que um dos objetivos que buscam ao migrar para a cloud é a melhora significativa na velocidade de entrega dos serviços de TI. Além disso, nessa mesma pesquisa, cerca de 63% informaram que também procuram alcançar uma maior flexibilidade para reagir às mudanças de demanda do mercado.

Essas são apenas algumas evidências das oportunidades que as empresas podem esperar atingir ao migrar para a cloud computing. E baseado no modelo de negócio da empresa, tipo e modelo de implantação de nuvem escolhido, é esperado que muitas outras oportunidades e benefícios sejam atingidos no decorrer do uso da mesma [18], tais como:

4.1 Maior eficiência e redução de custos

Quando uma empresa opta por investir em um sistema em nuvem do tipo infraestrutura como serviço ela não precisa gastar muito dinheiro na compra e manutenção dos equipamentos. Não é necessário investir em hardware, instalação de dispositivos ou construção de grandes data centers, e dependendo do provedor de nuvem não é preciso nem investir em uma equipe de TI especializada em lidar com a manutenção das aplicações na nuvem, pois geralmente o próprio provedor já possui uma equipe especializada, reduzindo assim drasticamente os custos e trazendo mais eficiência ao produzir mais e gastando menos.

Digamos que uma empresa decida fazer uma experimentação e testar diferentes modelos de servidores para decidir qual melhor irá lhe servir. Com a cloud, por exemplo, é possível construir e implantar inúmeras configurações de servidores, realizar os testes e escolher a que melhor se adequa às necessidades da empresa, podendo descartá-las quando não forem mais úteis. Já numa abordagem local,

que não utiliza computação em nuvem, o departamento de TI teria que efetuar a compra de cada uma dessas configurações de servidores, testar e decidir qual configuração seria mais apropriada, e lidar com esse tipo de abordagem, de compra de inúmeras máquinas físicas, num departamento de TI é uma prática um tanto quanto inviável. Mas como a nuvem segue o modelo de pagamento conforme o uso, isso se torna muito mais prático, facilitando um ambiente de prototipagem com baixíssimo investimento.

KAVIS [12] apresenta uma comparação bem detalhada sobre essa questão de prototipagem de configurações de servidores. Na startup em que trabalhou era necessário iniciar vários recursos de computação virtual, onde cada um iria executar testes durante duas horas e depois seus recursos virtuais seriam descartados. O custo de cada configuração era avaliado em US\$0,50 por hora, e durante o dia foram executadas três configurações diferentes. Aqui está uma comparação desse cenário com um outro que não aplica a computação em nuvem:

- Cenário A (local): Compra de três configurações diferentes de servidores com valores aproximados de US\$3.000 a US\$5.000 cada, mais custos de software, transporte e instalação:
 - Tempo decorrido para adquirir e instalar podem variar entre um e três meses.
 - Resultado do experimento: Decidir qual servidor se adequa e irá rodar o seu negócio, comprar mais se necessário, e se livrar dos outros dois.
- Cenário B (modelo de nuvem): O desenvolvedor cria três modelos diferentes de computação virtual em questão de minutos, pagando US\$0,50 por hora. Usando um de cada vez durante duas horas de teste cada perfaz um total de US\$3,00:
 - O teste e a decisão de melhor configuração para o negócio podem ser realizados num mesmo dia
 - Resultado: O cenário inteiro pode ser concluído num dia de trabalho por apenas US\$3,00 mais o salário do desenvolvedor, e sem desperdiçar nenhum recurso físico.

Para uma startup, a cloud computing proporciona grandes avanços, pois é facilmente possível adquirir recursos de hardware e software na nuvem a um custo extremamente baixo. E como não é necessário gerenciar toda a infraestrutura que uma empresa de software geralmente requisita, é possível também focar diretamente na construção do serviço o qual a startup se propõe a entregar.

4.2 Segurança dos dados

Pode se apresentar como um grande desafio para empresas quando iniciam o processo de migração para a cloud, mas se feito de forma correta pode ser um dos benefícios mais relevantes da computação em nuvem. Migrar para uma plataforma de computação na nuvem significa que sua responsabilidade pela segurança dos dados aumenta consideravelmente. Dados com diferentes níveis de importância estão saindo dos limites do seu armazenamento local e estão indo para um servidor na nuvem, que pode residir em qualquer lugar do mundo.

É uma das principais preocupações das empresas ao entrar no ambiente da computação em nuvem, pois mover para a nuvem pública ou usar uma nuvem híbrida significa que o potencial para problemas de segurança pode estar em qualquer parte do processo, seja quando os dados estão sendo preparados para migração, durante a migração, ou até mesmo diretamente na nuvem. Neste caso, a segurança dos seus dados está saindo do seu controle, mas isso não implica dizer que eles estarão menos seguros. Os provedores de serviços ficam responsáveis por garantir a segurança durante todo o processo, mas isso não concede aos clientes o direito de abdicar de suas responsabilidades, ambos têm responsabilidades específicas para garantir a segurança dos dados [19]:

- **Privacidade dos dados:** Os dados devem ser protegidos contra acesso não autorizado, incluindo criptografia e controle de quem pode acessar o quê. O cliente deve saber previamente os tipos de dados que possui, confidenciais ou não confidenciais, classificá-los e identificar as políticas de acesso para cada um.
- **Disponibilidade dos dados:** O tempo de inatividade de um servidor em nuvem pode ser considerado crítico dependendo do serviço que está hospedado, logo é de importância considerável para os clientes que os dados estejam disponíveis sempre que for necessário acessá-los. A Microsoft, por exemplo, oferece 99,9% de disponibilidade com a Azure [20].
- **Segurança centralizada:** Da mesma forma que a computação em nuvem agrupa e centraliza dados e aplicações, a proteção na nuvem também deve ser centralizada. As redes baseadas em nuvem consistem de múltiplos dispositivos e terminais de acesso. O gerenciamento do acesso desses dispositivos permite uma análise e filtragem de tráfego, simplificando o monitoramento de eventos e garantindo uma solução de segurança mais robusta.

As violações de dados, geralmente podem devastar a receita de uma empresa, juntamente com a fidelidade do cliente. Os provedores de nuvem implementam medidas base de segurança para suas plataformas e dados que processam, como

controle de acesso, autenticação e criptografia. Além disso as empresas que adquirem o serviço podem complementar essas proteções com medidas próprias de segurança, para que assim fique mais seguro o acesso às informações confidenciais armazenadas na nuvem.

4.3 Escalabilidade

Consiste da idéia de que um sistema no qual parte da infraestrutura pode ser expandida para acompanhar o aumento de demanda de certas aplicações. Por exemplo, se a aplicação é um serviço de streaming de mídia, e de repente a mesma começa a ficar bastante popular e a quantidade de usuários aumenta vertiginosamente, se a infraestrutura atual não conseguir lidar com o tráfego, o mais comum que aconteça é algumas respostas ficarem lentas e a qualidade do serviço caia, deixando os usuários insatisfeitos e a aplicação com uma má reputação.

A Cloud Health Tech cita que existem duas maneiras principais de escalabilidade na computação em nuvem [21]:

- **Escalabilidade vertical:** Ao escalar algum sistema verticalmente, o operador está adicionando mais poder computacional a uma instância existente, seja mais memória, processadores mais poderosos, ou armazenamento mais rápido. Essa atualização de hardware geralmente é bastante trivial, visto que as plataformas em nuvem trabalham com servidores virtualizados.
- **Escalabilidade horizontal:** Ao escalar o sistema horizontalmente, o operador está adicionando mais servidores, com o intuito de distribuir a operação computacional por várias máquinas. Porém, agora é necessário sincronizar seus dados e aplicações em várias instâncias de máquinas.

Diferentes empresas possuem necessidades de TI diferentes, uma startup não terá os mesmos requisitos que uma empresa grande já consolidada no mercado. Utilizar a nuvem é uma ótima solução para esse quesito, pois permite que a empresa aumente, quando necessário, de forma eficiente e rápida os seus departamentos de TI, de acordo com a demanda requisitada. Aplicar a computação em nuvem, buscando escalabilidade, é ideal para empresas que possuem demandas variáveis, pois se a demanda dos seus negócios aumentar, a capacidade de processamento e armazenamento na nuvem pode ser aumentada facilmente, sem se preocupar com alterações na infraestrutura da empresa. Essa flexibilidade em poder melhorar, sob demanda, os recursos disponíveis de TI, minimiza os riscos associados com problemas operacionais e de manutenção. A escalabilidade é um dos maiores benefícios associados à implantação de um sistema em nuvem.

4.4 Mobilidade

Uma das principais características da computação em nuvem é a disponibilidade dos dados e aplicações armazenados, a partir de qualquer lugar, desde que tenha conexão com a Internet. Isso permite o acesso móvel dos dados corporativos das empresas, 24 horas por dia e 7 dias por semana, facilitando a interação instantânea e novas possibilidades para os usuários, independente do local.

4.5 Recuperação de dados

A perda de dados é uma outra preocupação das organizações, juntamente com a segurança dos mesmos. Armazenar os dados na nuvem garante que eles estejam sempre disponíveis, mesmo que o equipamento esteja danificado ou você precisa simplesmente formatar todo o ambiente e começar de novo. Se você utiliza de uma abordagem onde os dados estão armazenados apenas de maneira local, você pode sofrer com a perda dos mesmos, seja por mal funcionamento dos equipamentos, simples erro do usuário ou até mesmo desastres naturais. Porém se os dados estão armazenados em um servidor na nuvem, eles permanecerão acessíveis para qualquer dispositivo com conexão à internet para fácil recuperação. Mas e se o próprio servidor de nuvem não estiver disponível? Como aconteceu em 2017, os servidores da Amazon estavam com problemas e durante as 4 horas de perda de conexão, cerca de 500 companhias perderam \$150 milhões de dólares [22]. Para esse tipo de problema, a equipe de TI precisa ter um plano B de recuperação para acessar os seus dados. Dependendo do fornecedor de nuvem escolhido, pode ser possível armazenar os dados em regiões e servidores diferentes, para que caso ocorra alguma indisponibilidade de um determinado servidor da nuvem, os dados possam ser acessados e recuperados de um servidor secundário.

Capítulo 5

Desafios

A computação em nuvem é uma das tecnologias emergentes, que vêm se consolidando como um dos crescimentos mais rápidos no setor de TI, vem sendo utilizada em diversos níveis empresariais para conquistar múltiplos objetivos (através dos benefícios que a acompanham), seja uma escalabilidade mais eficiente dos dados, uma aplicação mais robusta de segurança para as aplicações da empresa ou redução de custos no geral.

Porém apesar da maturidade tecnológica envolvida e dos consideráveis benefícios encontrados com a computação em nuvem, existem alguns desafios importantes que podem afetar a confiabilidade e eficiência desse sistema, afastando possíveis clientes que poderiam migrar para a nuvem. Neste capítulo, com base em Moghaddam [23], serão discutidos os principais desafios enfrentados ao migrar para a nuvem, e como lidar com cada um deles:

5.1 Alocação eficiente de recursos

Como relatado por Mousavi [24], um servidor de computação em nuvem é composto por numerosas máquinas físicas, onde cada uma dessas simula múltiplas máquinas virtuais que são apresentadas para o uso dos usuários finais. A alta carga de trabalho em máquinas virtuais é um dos desafios da computação em nuvem na alocação de máquinas virtuais. A tarefa, quando solicitada por um cliente, precisa aguardar para ser alocada, receber os recursos necessários para sua execução, executar e entregar os resultados para o seu respectivo cliente. Esse processo precisa ser da forma mais eficiente possível, visto que um servidor em nuvem está processando múltiplas tarefas de múltiplos clientes, ao mesmo tempo.

Uma alocação adequada de recursos no ambiente de nuvem visa entregar ao cliente os recursos que ele está solicitando, utilizando o mínimo de processamento possível. Um outro objetivo é o de reduzir as taxas de locação de recursos me-

lhorando o rendimento, e garantindo a satisfação do prestador de serviço. Pois os clientes estão interessados em ter suas tarefas concluídas no menor tempo possível e gastando o mínimo que um servidor de nuvem pode oferecer. Já os provedores de nuvem, por outro lado, estão interessados em maximizar o uso dos seus recursos, aumentando assim os seus lucros. O objetivo principal é atender os requisitos de que o cliente necessita, eliminando falhas de desempenho sem aumentar os custos de energia para os provedores de serviço.

Estabelecer um consumo eficiente de energia nos data centers dos servidores de nuvem é um requisito essencial para os provedores de serviço. Reduzir e agrupar as tarefas e máquinas virtuais têm sido a principal ação para minimizar o consumo dos servidores ativos. Já os clientes podem realizar um planejamento e monitoramento constante do serviço que consomem, com indicadores de performance, onde a indicação de gargalo de desempenho ou desperdício de recursos podem indicar a necessidade do replanejamento do consumo atual.

5.2 Segurança e Privacidade

Um dos conceitos mais desafiadores que tende a diminuir a taxa de confiabilidade dos clientes que estão para migrar para a nuvem, é garantir a privacidade e segurança dos recursos armazenados. A computação em nuvem fornece acesso aos dados, mas o principal desafio é garantir que apenas usuários autorizados possam obter acesso a ele. Quando o cliente migra para um ambiente em nuvem ele está confiando que terceiros (prestadores de serviços) irão tomar as decisões corretas sobre os dados e aplicações.

Tan [25], apresenta as questões de segurança na cloud divididas em três partes principais: vulnerabilidade a ataques, práticas de segurança e estar sob as leis nacionais relacionadas a armazenamento de dados e privacidade. Essas questões levantam preocupações em ambos os níveis de usuários, tanto provedores de serviços como usuários finais. Muitas organizações não se sentem confortáveis em armazenar seus dados e aplicações em sistemas localizados fora dos seus servidores locais, pois ao migrar esses dados para uma estrutura compartilhada, existe um aumento no risco de acesso não autorizado e exposição. Os provedores de serviço em nuvem devem assegurar seus clientes da privacidade de seus dados e entregar um determinado grau de transparência nas suas operações.

Segundo Moghaddam [23], o processo de autenticação e controle de acesso são os conceitos mais desafiadores no contexto de computação em nuvem, geralmente essa questão é gerenciada através de um sistema complexo de níveis de importância e criptografia, isso significa que cada funcionário possui acesso a diferentes níveis de dados da empresa, evitando acesso não autorizado à dados mais importantes. Na figura 5.1 a seguir, ele apresenta as principais preocupações relacionadas com

os seus ambientes e usuários impactados.

<i>Service Provider</i>	<i>Infrastructure</i>	<i>End-User</i>
Identity and User Authentication	Data-Storages	Data Protection
Privacy and Access Control	Network Hardware	Loss of Governance
Data Transmission	Other Hardware	Managing Accesses
Possible Attacks		Reliable Authentication
Unpredictable Events		Browser Security
Supporting Processes		Visibility of Data
Third-Party Applications		

Figura 5.1: Security Concerns in Cloud Computing Environments [23]

Ele ainda relata que uma outra questão importante de segurança é a capacidade dos servidores em resistir a possíveis ataques e eventos imprevisíveis. Uma forma de lidar com esses ataques é aplicando algoritmos de criptografia em tempo real que iriam aumentar a resistência contra possíveis ataques e também melhorar consideravelmente a proteção dos dados nos servidores de nuvem.

5.3 Escalabilidade e Disponibilidade de dados

Além de ser um dos principais benefícios que fazem as pessoas escolherem a nuvem como ambiente de provisionamento de dados e aplicações, a escalabilidade pode se apresentar como um quesito bastante desafiador na oferta desses serviços. A falta da capacidade de identificar e se adaptar a alteração de demanda dos serviços durante a ocorrência de várias cargas de trabalho, pode causar uma degradação do desempenho, quando o cliente está mais necessitado, ou mensurar de forma errada a real demanda de determinados momentos.

Como informado por Moghaddam [23], existem duas possibilidades para prover escalabilidade para os clientes, elástica e estática.

Segundo a figura 5.2 o provisionamento estático foi iniciado de acordo com a demanda de recursos e foi incrementado até o pico da carga de trabalho, a partir daí se manteve estático mesmo que a demanda tenha diminuído. Já no provisionamento elástico, novos recursos foram incrementados, em pequenos intervalos, de acordo com a demanda da carga de trabalho e, a medida que a demanda foi diminuindo, o provisionamento de recursos foi acompanhando-a.

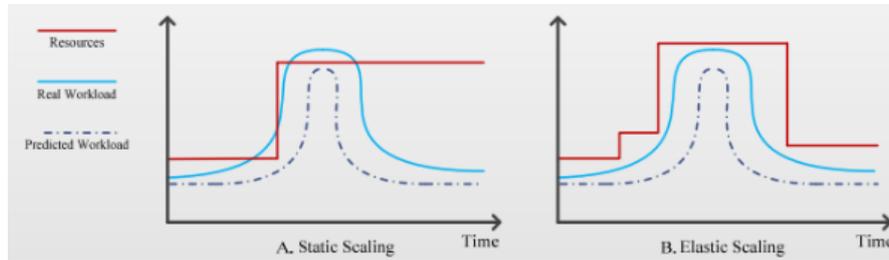


Figura 5.2: Static and Elastic Resource Scaling in Cloud Computing [23]

O provisionamento estático possui a fraqueza de não acompanhar as alterações imprevisíveis e esporádicas da demanda de recursos necessários, apresentando falhas ou aumento da entrega de carga de trabalho, deixando o serviço mais custoso tanto para o provedor do serviço quanto para o usuário final. O provisionamento elástico de recursos apresenta-se como a solução mais apropriada entregando os serviços de forma mais flexível, pois consegue lidar eficientemente com os tipos e alterações de carga de trabalho, entregando os recursos de forma coerente com a necessidade atual do cliente. Porém, a complexidade dos algoritmos de provisionamento elástico pode diminuir o desempenho dos processos de entrega de demanda, especialmente durante um aumento imprevisível da mesma, pois monitora constantemente a carga de trabalho necessária naquele determinado momento.

5.4 Migração para a Nuvem

Os benefícios que a computação em nuvem oferece vêm trazendo uma popularidade e crescimento muito rápido entre os seus clientes, sejam empresas grandes já estabelecidas ou startups que estão nos processos iniciais de desenvolvimento. Esse crescimento incentiva os departamentos de TI a moverem e adaptarem os seus produtos para os ambientes baseados em nuvem. Todavia, o processo de migração tende a ser um tanto desafiador, necessitando que seja realizado por pessoas competentes, de uma equipe que esteja apta a visualizar as limitações existentes nos produtos de TI de sua empresa. Como citado por Moghaddam [23], para aumentar a taxa de sucesso durante a migração para a nuvem, um produto de TI deve possuir algumas das seguintes características:

- **Modularidade:** Quando a aplicação possui a capacidade de ser dividida em diferentes métodos e componentes, podendo ser replicados em vários dispositivos físicos ou virtuais.
- **Portabilidade:** Quando a aplicação é desenvolvida para ser executada em diferentes plataformas e infra-estruturas.

- **Alterabilidade:** Quando a aplicação pode ser alterada, sem causar muitos conflitos, de forma apropriada aos ambientes baseados em nuvem.
- **Escalabilidade:** Quando a aplicação possui a capacidade de ser executada com diferentes tipos de demanda.

O processo de migração é basicamente realizado em quatro etapas. Em primeiro lugar é necessário avaliar os principais componentes em relação a propriedade de escalar num ambiente em nuvem e as dependências relacionadas com esse componente. Como segunda etapa é importante avaliar como os componentes irão se comportar através dos recursos físicos e virtuais, dentro e fora do ambiente de nuvem. O terceiro passo serve para identificar os componentes que não atenderam apropriadamente os requisitos de escalabilidade, refatorar-los e os decompor em componentes menores que atendam os devidos requisitos. Como última etapa está a adaptação dos componentes nos vários ambientes de computação em nuvem, sendo público, privado ou híbrido.

KAVIS [12] apresenta o exemplo de uma empresa fictícia Acme e Auctions(AEA) que construiu toda sua infraestrutura de aplicações e servidores numa estrutura local, muito antes da computação em nuvem se tornar a oportunidade que é hoje. Até um determinado momento onde a gerência da AEA junto com seu departamento de TI decidem realizar a migração para a nuvem, o objetivo deles ao migrar é trazer para a empresa uma vantagem competitiva, em relação às outras empresas do segmento, nas seguintes áreas:

- Velocidade de mercado
- Flexibilidade
- Escalabilidade
- Redução de custos

Acontece que a AEA possui um investimento muito grande na sua infraestrutura física, por conta disso a sua migração para a cloud deve ocorrer de forma mais lenta e por partes, onde cada aplicação e módulo irá passar pelas etapas para avaliar a possibilidade da integração com um ambiente em nuvem. Além disso, visto que a AEA já possui um centro de dados consolidado, talvez seja uma melhor opção manter certos recursos de sua arquitetura de forma local, em uma nuvem privada, e o restante em um ambiente público de nuvem, sendo assim um candidato para um ambiente híbrido na computação em nuvem. Se a empresa AEA fosse uma startup que estivesse dando os seus primeiros passos no desenvolvimento de sua infraestrutura, seria altamente recomendada a construir sua organização num

ambiente público de computação em nuvem, eliminando assim o capital necessário para adquirir e manter múltiplos servidores.

Migrar para a cloud, se feito da maneira correta, pode trazer vários benefícios e agregar bastante no contexto da empresa, oferecendo muitas oportunidades para o crescimento organizacional. No entanto, para obter sucesso durante esse processo, o departamento de TI responsável pela migração deve levar em consideração alguns pontos importantes como o aumento da dependência dos seus dados e aplicações para terceiros, e mudanças na infraestrutura da empresa, ao migrar os seus servidores locais para um ambiente em nuvem.

5.5 Interoperabilidade entre nuvens

Devido a diversidade de provedores de serviço na nuvem, onde cada um apresenta suas determinadas disparidades em relação ao outro, como os diferentes formatos de dados com que trabalha e a forma que apresentam sua infraestrutura de servidores para os usuários, é um desafio bastante relevante fazer com que dois ambientes de nuvem troquem informações e interajam entre si. Essa dificuldade pode ocorrer em diferentes configurações nos ambientes de nuvem, por exemplo quando uma IaaS não pode mover seus recursos para uma PaaS sem muito esforço envolvido, ou quando o cliente decide mudar seu provedor de serviço em nuvem e mudar da AWS para Azure por exemplo.

Capítulo 6

Principais Players

Como mostra o Quadrante Mágico de Cloud IaaS do Gartner [26], a corrida para a liderança do mercado de computação em nuvem está sendo disputada atualmente por três principais concorrentes: Amazon Web Services, Microsoft Azure e Google Cloud Platform. Cada uma delas possui características que as diferenciam e as tornam ideais para diferentes casos de uso. Este capítulo tem como objetivo abordar as características de cada uma e indicar qual seria mais apropriada para cada tipo de cliente:



Figura 6.1: Magic Quadrant for Cloud Infrastructure as a Service, Worldwide [26]

O principal ponto a favor da Amazon Web Services (AWS) é o fato de que foi pioneira no mercado de nuvem em 2006, não tendo nenhum competidor por quase dois anos, além disso possui um alto portfólio de ferramentas, que dão suporte aos serviços em nuvem e que continuam a crescer a cada ano. Sua maior força é o mercado da nuvem pública, segundo Gartner [26] a AWS é líder em participação do mercado de nuvem em IaaS há mais de 10 anos. Responsável por esse sucesso é a abrangente rede de servidores espalhados pelo mundo e o escopo de ferramentas disponíveis para os clientes, por esses motivos é considerado o provedor de nuvem mais maduro e pronto para atender as demandas das empresas.

A principal fraqueza da AWS está relacionada a como o custo é passado para o cliente, pois muitos acham difícil compreender como os custos dos serviços são escalados e como gerenciar efetivamente esse custo nas variáveis demandas de trabalho. E como apresenta um foco na nuvem pública a interoperabilidade dos dados e aplicações em ambientes privados e híbridos, não é uma prioridade. Além disso, como a AWS tem priorizado ser o primeiro no mercado a trazer novos serviços e recursos com a cloud, termina lançando muito serviços imaturos, sem uma profunda integração entre as plataformas.

Já a Microsoft Azure se destacou por dar prioridade aos softwares já atrelados a sua marca, como Windows SO, Windows Server, Office, .Net e adaptando-os para a cloud, como são softwares que já carregam com si uma fatia generosa de clientes fidelizados, a Azure saiu na frente em relação a outros provedores de cloud por integrar essas aplicações aos seus serviços de computação em nuvem. Além disso, clientes da Azure podem esperar descontos na adoção de contratos de serviços nessas aplicações exclusivas da Microsoft.

Como atributos negativos, o artigo do Gartner informa que os clientes da Azure reclamaram da experiência do serviço entregue, citando problemas com o suporte técnico, documentação e treinamento de uso, e amplitude do ecossistema para os seus parceiros.

O Gartner também apresenta a plataforma de computação em nuvem da Google(GCP) como tendo o enfoque em abordar e integrar o uso de tecnologias emergentes aos seus serviços em nuvem, como big data, aprendizado de máquina, inteligência artificial, trazendo assim um serviço de nuvem mais robusto e completo. Apresenta também um ótimo serviço para o consumidor, e possui data centers em várias regiões do globo.

Frente aos outros competidores, os clientes terminam escolhendo a plataforma de nuvem da google como um fornecedor secundário, e não como uma estratégia de mercado. Isso se dá pela entrada recente no mercado de cloud computing e pela imaturidade que a GCP apresenta ao lidar com clientes corporativos, principalmente nas áreas de negociação de contratos, descontos, licenciamento de software.

A escolha do fornecedor de cloud pode ser crucial para um caso de sucesso

durante o processo de migração, pois cada um apresenta características diferentes que se adequam a necessidades específicas dos clientes. Muitos especialistas recomendam uma abordagem multi cloud, onde múltiplos processos estarão sendo executados em múltiplos provedores de serviço, evitando assim um aprisionamento de fornecedores e combinando demandas de trabalho com o melhor tipo de serviço disponível. Portanto é muito importante identificar qual provedor é mais recomendado para qual tipo de serviço:

- Como está a mais tempo no mercado, a AWS costuma atrair os consumidores pela sua robusta coleção de ferramentas, referentes a serviços de computação em nuvem, que foi construída ao longo dos anos, e auxilia durante o processo de migração e execução de aplicações. Além disso, chama atenção dos clientes por possuir a maior rede de servidores disponíveis.
- O maior destaque apresentado pela Azure é a compatibilidade com a próprias aplicações da Microsoft, por exemplo todas as suas aplicações que rodam num ambiente Windows, irão funcionar perfeitamente na Azure, todo o seu código .Net também será compatível com o ambiente em nuvem. Um outro ponto é que a Azure foi o primeiro fornecedor de cloud que reconheceu a tendência e deu suporte a nuvem híbridas, ajudando os seus clientes a conectarem os seus servidores locais com os ambientes de nuvem disponíveis.
- A plataforma de nuvem da Google é recomendada para pequenas empresas e startups que querem escalar de forma rápida no mercado, ou para empresas que pretendem fazer uso das ferramentas de big data, aprendizado de máquina, inteligência artificial e análise de dados fornecidas pela GCP.

Capítulo 7

Estudo de Caso: Spotify

Independente da empresa fornecedora do serviço de computação em nuvem, para a maioria das empresas que considera o processo de migração a mudança é cheia de promessas de melhoria e potencialidades de serviço, como escalabilidade, flexibilidade, redução de custos. Contudo, é importante compreender que os benefícios que podem ser alcançados num ambiente em nuvem, podem vir acompanhados de desafios consideráveis, como as questões de segurança e orquestrar a escalabilidade de acordo com a demanda.

É por isso que faz parte de uma estratégia de migração possuir um roadmap de exemplo, um caso de estudo de empresas com características semelhantes à que se deseja investir, onde seja possível analisar as principais experiências das mesmas, e responder algumas perguntas como: O que os levou a migrar para nuvem? Como foi feita a migração? Quais os benefícios e desafios surgiram? Quais lições eles aprenderam, e o que é possível aprender com eles?

O Spotify é um dos serviços de streaming de música online mais conhecidos na atualidade, que oferece aos seus usuários acesso instantâneo a milhões de músicas. Devido ao crescimento da plataforma, onde adicionava cerca de 20 mil novas faixas por dia, manter uma estrutura de servidores locais para armazenamento de dados começou a ficar inviável. Então em 2016 houve a decisão de migrar 100% dos seus serviços para a nuvem. Mesmo sendo uma empresa já consolidada e com uma estrutura física muito robusta, era de se esperar que ocorressem alguns obstáculos e desafios durante o processo de migração, como é comentado a seguir:

7.1 O Motivo de Migrar

Durante a conferência Google Cloud Next realizada em São Francisco em 2018, o diretor do departamento de engenharia do Spotify, Ramon van Alteren, explicou

os principais motivos de decidir migrar todos os seus serviços e dados para a cloud [27]:

"Se você pensar na quantidade de esforço necessário para manter a capacidade de computação, armazenamento e rede de uma empresa de nível global que atende a mais de 170 milhões de usuários, é uma quantidade considerável de trabalho"

Além de se aproveitar da escalabilidade proveniente da nuvem e de libertar o departamento de TI de gerenciar e fazer manutenções na gigantesca infraestrutura, van Alteren afirmou que o Spotify também queria tirar proveito das ferramentas e inovações da Google Cloud, especificamente as ferramentas de Big Data e de aprendizado de máquina.

7.2 A Migração dos Serviços

Van Alteren relatou que os três principais objetivos durante a migração eram minimizar o tempo em que o produto não estaria em desenvolvimento, terminar o mais rápido possível para evitar os custos e complexidades de um ambiente híbrido, e garantir que o Spotify não tivesse nenhum serviço remanescente em execução nos seus servidores físicos. A migração iniciou-se com a transferência de praticamente 1200 microsserviços para a Google Cloud Platform(GCP), cada um com sua funcionalidade isolada, para evitar erros e a complexidade de ter que lidar com dependências.

A migração dos serviços começou com o mapeamento das dependências, pois a arquitetura do Spotify é construída de forma que cada solicitação do cliente faz uso de vários microsserviços, onde cada um deles se relaciona com algo entre 10 a 15 outras entidades. Como não é nem um pouco viável parar a entrega do serviço para realizar a migração, pois isso afetaria milhões de usuários, as equipes de engenharia do Spotify e Google se organizaram para mover os serviços para nuvem por partes, utilizando um sistema de checkpoint com um período de duas semanas para cada sprint. Esse processo também permitiu que as equipes de TI do Spotify comesçassem a avaliar a arquitetura do sistema e identificassem módulos e serviços desnecessários.

Uma das ferramentas que a GPC possui no seu portfólio, e que foi muito útil para o Spotify durante a migração é a Virtual Private Cloud(VPC). Segundo van Alteren, isso permitiu que fosse construído, na nuvem, algo semelhante a uma rede interna que conecta vários projetos e serviços, e possibilitando que eles se comuniquem.

"Isso dá às equipes um bom controle sobre seu próprio destino, elas fazem o que precisam para o serviço e, se atiram no pé, atiram ape-

nas no pé e não em toda a empresa". - Disse van Alteren.

Além da quantidade de microsserviços, o segundo desafio foi a latência causada na rede virtual privada(VPN) da companhia, o Spotify descobriu que a transferência de 1200 microsserviços ocupava uma largura de banda muito alta.

“Para ser honesto o serviço de VPN da época era dimensionado apenas para o nosso escritório com 25 desenvolvedores. Quando chegamos para realizar a transferência com 4 data centers gigantes, a coisa não funcionou como esperado. Então colaboramos com o pessoal do Google e conseguimos que tudo funcionasse de forma sólida rapidamente, criamos uma eficiente rede de transferência, com uma largura de banda de vários gigabytes, entre nossos servidores e a nuvem da Google, fazendo com que esse desafio momentâneo desaparecesse”. - Diz ele, ainda na conferência.

“Outra realização importante durante a migração de serviços foi poder desacoplar e separar, a migração de serviços do tráfego de usuários. Por isso nos preocupamos em executar dois planos, um que consistia da preparação das aplicações e serviços para execução na nuvem e outro para nos permitir conectar gradualmente mais e mais usuários ao nosso ambiente de nuvem. Isso nos permitiu controlar a confiabilidade, experiência do usuário e a velocidade de migração”.

Uma vez que a migração estava em pleno fluxo, a equipe central começou a induzir e inserir secretamente falhas nos sistemas em nuvem, observando como as equipes relacionadas iriam reagir se recuperar desses problemas. Peter Verwoerd, arquiteto de soluções da Google relatou que embora tenha sido divertido quebrar a ordem das coisas e ver as equipes confusas, isso ajudou a garantir que os sistemas de monitoramento estivessem completamente funcionais na implantação na nuvem, se uma das equipes não notasse alguma das falhas induzidas isso seria um grande problema. Esse exercício treinou as equipes a se recuperarem de falhas e desastres, que eventualmente podem acontecer no ambiente de computação em nuvem.

Alteren relata que o processo de migração foi planejado ainda em 2015, iniciado em 2016, e em maio de 2017 todas as sprints de migração de serviços foram finalizadas com êxito, movendo o tráfego para a GCP. Ao final de 2017 o Spotify tinha fechado o primeiro dos seus quatro data centers locais e 100% dos usuários já faziam uso dos serviços de nuvem, e a migração dos outros servidores foi finalizada no final de 2018.

Assim as lições aprendidas e os resultados conquistados podem fazer deste

roteiro um indicativo bastante forte para empresas, com aplicações complexas ainda em execução em data centers físicos, seguirem em frente, disse Alteren.

7.2.1 Lições Aprendidas

A primeira lição é o quão importante é se preparar, o time do Spotify começou a se preparar para o processo de migração dois anos antes, e após o início de fato em 2016, a migração de cada um dos quatro gigantes data centers levou aproximadamente um ano. Além disso foi construído um caso de uso mínimo para mostrar os benefícios de migrar para a GCP.

O segundo foi apresentar foco durante o processo de migração, continuou van Alteren, durante a conferência da Google:

“É realmente incrível o que você pode fazer com uma equipe de engenheiros dedicada e focada em um único objetivo. Tivemos sprints onde conseguimos mover entre 50 e 70 serviços. Isso também chama atenção das partes administrativas da empresa, que ficaram felizes com o mínimo período possível onde o foco não é o desenvolvimento de novos produtos”.

Pois se você tentar fazer múltiplas atividades ao mesmo tempo, como migrar e desenvolver novos serviços, vai perceber que a eficiência irá diminuir e o processo de migração provavelmente estará sendo deixado em segundo plano.

A terceira lição aprendida foi criar uma equipe dedicada de migração para a nuvem, para agir como conselheiros e ajudá-los a tomar decisões importantes durante momentos críticos, transmitindo e compartilhando experiências, aprendizados e conhecimentos. Esse tipo de equipe geralmente é disponibilizada pelo próprio fornecedor do serviço de nuvem.

Por último, segundo Josh Baer, gerente sênior da infraestrutura de aprendizado de máquina que também estava presente na conferência, é crucial sair o quanto antes de um ambiente híbrido de nuvem, pois o custo de sustentar os dois ambientes, tanto o físico como o na nuvem e ao mesmo tempo todos os processos de cópia de dados e aplicações é um serviço muito caro e complexo.

7.2.2 Resultados

Os principais resultados obtidos pelo Spotify foram mais liberdade para os desenvolvedores, no sentido de não precisarem se preocupar mais com questões de infraestrutura, redução de custos durante o processo de escalonamento de serviços e a qualidade do serviço entregue para o consumidor final. Segundo Alteren :

“A qualidade de serviço é algo que não podemos abrir mão, e nesse caso não houve nenhuma degradação desse tipo”

Em relação a escalabilidade, os dados informados por ele não mentem, antigamente as entregas de eventos estavam com um pico de carga de 800.000 eventos por segundo, após a migração para nuvem esse número subiu para 3.000.000 por segundo, indicando um aumento muito grande de informações trafegadas e de usuários interagindo com os serviços disponíveis.

7.3 Outros Casos de Migração

Como relatado por Borin [28], durante a AWS summit 2015 que aconteceu em São Paulo, diversas empresas foram convocadas para apresentarem seus processos de migração e casos de sucesso no ambiente de computação em nuvem:

Bruno Pereira, diretor de TI do **Hotel Urbano** apresentou que o processo de migração se deu de maneira bastante intensa na empresa pois, assim como o Spotify, sua estrutura era completamente física, em um ambiente não elástico e com uma arquitetura intolerante a falhas:

"Migramos de maneira gradual, e hoje sentimos os efeitos de maneira bastante positiva. Contamos com dezenas de deployments semanais sem interrupção manual, e um uptime de 99,5%. Garantindo assim uma maior estabilidade do sistema, mesmo em momentos de alta demanda, durante promoções e finais de semana";

Marcelo Koji, CIO da **Magazine Luiza** informa que além do processo de migração ocorreu o investimento em um laboratório de tecnologia e inovação, específico para criar novos produtos e serviços inovadores utilizando dos benefícios provenientes da computação em nuvem. Segundo ele, a Black Friday, dia onde as principais lojas apresentam grandes descontos para os consumidores, foi a prova de fogo para testar a escalabilidade do ambiente em nuvem.

"Os modelos de negócios tradicionais estão sendo desafiados a mudar. E precisamos pensar em inovação não só com a tecnologia, mas também em nosso mindset". - Afirmou Koji, Diretor de TI da empresa

Como informa Pedro Dorico, CTO da **Smiles** os principais pontos positivos alcançados após a migração para a nuvem foram a estabilidade para atender os clientes em momentos de alta demanda, redução de custos e entrega rápida de resultados:

"Hoje temos uma estrutura muito rápida, podemos testar por duas semanas e, se quisermos, podemos já começar a produção. Pois garantir a qualidade do produto ou serviço que será lançado é um ponto chave para o sucesso da empresa". - Conclui o Diretor Técnico.

Capítulo 8

Considerações Finais

Como reportado pela IDC no relatório de previsões para o mercado de tecnologia da informação, na América Latina, do ano de 2019, a utilização da computação em nuvem no mercado de TI do Brasil possui uma previsão de 24% de crescimento, em relação ao ano anterior [29]. Com essa estatística em mente podemos imaginar que muitas empresas estão passando pelo momento de migrar e integrar os seus dados e aplicações com os servidores remotos da nuvem.

Este trabalho se propôs a apresentar os principais conceitos de computação e nuvem, juntamente com os benefícios que podem ser alcançados e os desafios que podem surgir, durante o processo de migração. Além disso foi feita uma descrição dos principais players do mercado de computação em nuvem: Amazon Web Services; Microsoft Azure; Google Cloud Platform, e com o intuito de servir como um exemplo para as empresas que planejam migrar para a nuvem, foi apresentado um estudo de caso de como uma das maiores empresas de streaming de música da atualidade, o Spotify, realizou o seu processo.

Além disso é importante ressaltar tópicos e áreas de pesquisas, que estão em constante crescimento e cujo qual podem derivar e evoluir a partir da migração de uma empresa para Cloud Computing:

- Big Data: O Big Data surgiu e foi crescendo no decorrer dos últimos anos, fornecendo uma quantidade de informações e oportunidades abundantes para as empresas. Como estudado por Yang [30], a computação em nuvem consegue fornecer suporte para superar o desafio que é processar essa grande quantidade de dados, extraindo as informações mais relevantes e entregando resultados significativos. Porém, novos questionamentos podem surgir:
 - O quanto o volume de dados de uma empresa ainda pode crescer?
 - Como o processamento do alto volume de dados pode impactar nas despesas dos provedores em nuvem?

- *Internet Of Things* (IoT): A Internet das Coisas, tecnologia que conecta e permite a troca de dados de diversos dispositivos, utiliza principalmente da computação em nuvem para realizar o seu armazenamento. Os dispositivos que estão integrados com a IoT geralmente estão em constante uso no dia a dia das pessoas, aprendendo com seus hábitos e costumes, Stergiou [31] informa que, por conta disso, é imprescindível garantir a segurança da integração da Internet das coisas com a computação em nuvem, e que algumas questões vão surgindo, e evoluindo ao longo dos anos durante esse processo, como:
 - Segurança: As tecnologias de IoT ainda estão em fase de desenvolvimento, portanto diversas vulnerabilidades podem ser atribuídas à dispositivos de IoT. As empresas precisam dar ênfase em como irão lidar com os desafios de segurança no contexto de IoT, como processos de autenticação, autorização e criptografia.
 - Escalabilidade: A escalabilidade da rede é um dos maiores desafios para a implantação da IoT. As empresas precisam transferir os dados da IoT para a rede local, que é então enviada para a Internet, podendo ser armazenados na nuvem. Muitos dispositivos enviam dados em tempo real através de sensores instalados no equipamento. As empresas precisam fornecer largura de banda adequada para acomodar o fluxo de dados, sincronizar a carga de demanda que os milhares de dispositivos necessitam com a capacidade de armazenamento da computação em nuvem, é de fato um grande desafio a ser estudado e superado nos próximos anos.
- Computação Quântica: Como informado por Singh e Abha [32], a computação quântica se concentra na criação de computadores super-rápidos, usando os conceitos de física quântica, e junto com a computação em nuvem, possui a capacidade de moldar o futuro da computação como conhecemos. Como é um conceito de tecnologia muito recente, as empresas estão estudando e enfrentando diversos desafios para implantar, de forma correta e eficiente, essa união da computação quântica com a nuvem. Isso está começando a mudar visto que muito recentemente a Amazon lançou o seu experimento/serviço de computação quântica sob demanda, Amazon Braket [33], que proporciona os clientes testarem e executarem algoritmos nos seus processadores quânticos. Por se tratar de um experimento, e a primeira participação desse tipo de serviço no mercado, ainda encontra-se bem distante do conceito de computação quântica, mesmo assim caracteriza-se como um grande avanço para a entrega sob demanda de serviços de TI.

Assim, conclui-se este trabalho, trazendo os principais conceitos, desafios e benefícios encontrados na computação em nuvem, juntamente com algumas

tecnologias emergentes que podem mudar o mercado de TI quando integradas com a cloud. Espera-se que os resultados deste trabalho possam servir como um guia e roteiro para empresas que estejam planejando migrar seus serviços e aplicações para os recursos virtuais da computação em nuvem, atingindo assim uma maior escalabilidade e redução de custos, mantendo a segurança dos dados de seus clientes, sem interferir no modo como eles já interagem com os serviços disponíveis de forma local.

Referências

- [1] J. BRUNELLI, “ENIAC, primeiro computador do mundo, completa 65 anos”, *Tecnoblog*, 2010. endereço: <http://https://tecnoblog.net/56910/eniac-primeiro-computador-do-mundo-completa-65-anos/>, (Acesso em: Set. 2019).
- [2] Amazon, “O que é a computação em nuvem?”, *AWS*, 2019. endereço: <https://aws.amazon.com/pt/what-is-cloud-computing/>, (Acesso em: Set. 2019).
- [3] T. Erl, R. Puttini e Z. Mahmood, “Cloud computing: concepts, technology architecture”,
- [4] N. G. Apps, “Top 10 Cloud Computing Examples and Uses”, *New Gen Apps*, 2017. endereço: <https://www.newgenapps.com/blog/top-10-cloud-computing-examples-and-uses>, (Acesso em: Out. 2019).
- [5] G. Press, “Top 10 Tech Predictions For 2017 From IDC”, *Forbes*, 2017. endereço: <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2016/11/01/top-10-tech-predictions-for-2017-from-idc/#e342ebd4aad6>, (Acesso em: Out. 2019).
- [6] S. Liu, “Public cloud market revenue worldwide from 2012 to 2027 (in billion U.S. dollars)”, *Statista*, 2018. endereço: <https://www.statista.com/statistics/477702/public-cloud-vendor-revenue-forecast/>, (Acesso em: Out. 2019).
- [7] IDG, “2018 Cloud Computing Survey”, *IDG*, 2018. endereço: <https://www.idg.com/tools-for-marketers/2018-cloud-computing-survey/>, (Acesso em: Out. 2019).
- [8] G. NOVKOVIC, “Five characteristics of cloud computing”, *Control Engineering*, 2017. endereço: <https://www.controleng.com/articles/five-characteristics-of-cloud-computing/>, (Acesso em: Out. 2019).

- [9] R. Hat, “The what and how of enterprise integration”, *Red Hat*, 2019. endereço: <https://www.redhat.com/en/topics/integration>, (Acesso em: Set. 2019).
- [10] G. Hohpe e B. Woolf, *Enterprise integration patterns: Designing, building, and deploying messaging solutions*. Addison-Wesley Professional, 2004.
- [11] Amazon, “Tipos de computação em nuvem”, *AWS*, 2019. endereço: <https://aws.amazon.com/pt/types-of-cloud-computing/>, (Acesso em: Set. 2019).
- [12] M. J. Kavis, *Architecting the cloud: design decisions for cloud computing service models (SaaS, PaaS, and IaaS)*. John Wiley & Sons, 2014.
- [13] M. Azure, “Tipos de serviços de nuvem: IaaS, PaaS e SaaS”, *Microsoft*, 2019. endereço: <https://azure.microsoft.com/pt-br/overview/what-is-cloud-computing/>, (Acesso em: Set. 2019).
- [14] DIALOGIC, “Introduction to Cloud Computing”, *DIALOGIC*, 2017. endereço: <https://www.dialogic.com/~media/products/docs/whitepapers/12023-cloud-computing-wp.pdf>, (Acesso em: Set. 2019).
- [15] RIGHTSCALE, “2019 State of Cloud Report”, *RIGHTSCALE*, 2019. endereço: http://googliers.net/static/media/uploads/download_files/2019_state_of_the_cloud_report.pdf, (Acesso em: Out. 2019).
- [16] GARTNER, “Gartner Forecasts Worldwide Public Cloud Revenue to Grow 17.5 Percent in 2019”, *GARTNER*, 2019. endereço: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-04-02-gartner-forecasts-worldwide-public-cloud-revenue-to-g#targetText=Gartner%5C%20Projects%5C%20Cloud%5C%20Services%5C%20Industry,%5C%2C%5C%20according%5C%20to%5C%20Gartner%5C%2C%5C%20Inc.>, (Acesso em: Out. 2019).
- [17] V. Bozicevic, “Cloud Migration: 3 Basic Steps for a Successful Migration Process”, *Global Dots*, 2018. endereço: <https://www.globaldots.com/blog/cloud-migration-process>, (Acesso em: Nov. 2019).
- [18] Bozicevic, “Cloud Computing Benefits: 7 Key Advantages for Your Business”, *Global Dots*, 2018. endereço: <https://www.globaldots.com/blog/cloud-computing-benefits>, (Acesso em: Nov. 2019).

- [19] A. Patrizio, “Data Security in Cloud Computing: 8 Key Concepts”, *Datamation*, 2019. endereço: <https://www.datamation.com/cloud-computing/data-security-in-cloud-computing.html>, (Acesso em: Out. 2019).
- [20] M. Azure, “SLA summary for Azure services”, *Microsoft*, 2019. endereço: <https://azure.microsoft.com/en-us/support/legal/sla/summary/>, (Acesso em: Set. 2019).
- [21] C. HEALTH, “A Beginner’s Guide To Cloud Scalability”, *CLOUD HEALTH*, 2018. endereço: <https://www.cloudhealthtech.com/blog/cloud-scalability>, (Acesso em: Out. 2019).
- [22] J. BORT, “The massive AWS outage hurt 54 of the top 100 internet retailers — but not Amazon”, *Business Insider*, 2017. endereço: <https://www.businessinsider.com/aws-outage-hurt-internet-retailers-except-amazon-2017-3#targetText=During%5C%20AWS%20four%5C%20hour%5C%20disruption,%5C%24160%5C%20million%5C%2C%5C%20the%5C%20company%5C%20estimates.,> (Acesso em: Out. 2019).
- [23] F. F. Moghaddam, “Cloud computing challenges and opportunities: A survey”, *1st International Conference on Telematics and Future Generation Networks (TAFGEN)*. *IEEE*, 2015.
- [24] S. Mousavi, “Dynamic resource allocation in cloud computing”, *Acta Polytechnica Hungarica*, 2017.
- [25] X. Tan e A. Bo, “The issues of cloud computing security in high-speed railway”, *Proceedings of 2011 International Conference on Electronic Mechanical Engineering and Information Technology. Vol. 8. IEEE*, 2011.
- [26] GARTNER, “Magic Quadrant for Cloud Infrastructure as a Service, Worldwide”, *GARTNER*, 2019. endereço: <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-2G205FC&ct=150519&st=sb&aliId=1154870580>, (Acesso em: Out. 2019).
- [27] G. C. Platform, “Spotify’s Journey to the Cloud (Cloud Next ’18)”, *Youtube*, 2018. endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=5aBORQim-KM>, (Acesso em: Nov. 2019).
- [28] B. Borin, “Empresas apresentam sua experiência com cloud computing na AWS Summit 2015”, *Canaltech*, 2015. endereço: <https://canaltech.com.br/computacao-na-nuvem/empresas-apresentam-sua-experiencia-com-cloud-computing-na-aws-summit-2015-42449/>, (Acesso em: Nov. 2019).

-
- [29] R. Villate, “IDC FutureScape: Latin America IT Industry 2019 Predictions”, *IDC Latin*, 2018. endereço: http://www.idclatin.com/microsites/FutureScape2019/email_blast/LA_FutureScape_2019_Predictions.pdf, (Acesso em: Nov. 2019).
- [30] C. Yang, Q. Huang, Z. Li, K. Liu e F. Hu, “Big Data and cloud computing: innovation opportunities and challenges”, *International Journal of Digital Earth*, v. 10, n. 1, pp. 13–53, 2017.
- [31] C. Stergiou, K. E. Psannis, B.-G. Kim e B. Gupta, “Secure integration of IoT and cloud computing”, *Future Generation Computer Systems*, v. 78, pp. 964–975, 2018.
- [32] H. Singh e A. Sachdev, “The quantum way of cloud computing”, pp. 397–400, 2014.
- [33] Amazon, “Amazon Braket – Get Started with Quantum Computing”, *Amazon*, 2019. endereço: <https://aws.amazon.com/blogs/aws/amazon-braket-get-started-with-quantum-computing/>, (Acesso em: Dez. 2019).