

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO
CURSO SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

RAFAEL ARAÚJO SANTOS

**UMA ANÁLISE DOS CUSTOS OPERACIONAIS ENVOLVIDOS NA UTILIZAÇÃO
DE SERVIÇOS DE COMPUTAÇÃO EM NUVEM EM UMA EMPRESA DE SÃO
LUÍS**

São Luís
2020

RAFAEL ARAÚJO SANTOS

**UMA ANÁLISE DOS CUSTOS OPERACIONAIS ENVOLVIDOS NA UTILIZAÇÃO
DE SERVIÇOS DE COMPUTAÇÃO EM NUVEM EM UMA EMPRESA DE SÃO
LUÍS**

Monografia apresentada ao Curso de Sistemas de Informação do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Me. Rafael Cunha.

São Luís

2020

Santos, Rafael Araújo

Uma análise dos custos operacionais envolvidos na utilização de serviços de computação em nuvem em uma empresa de São Luís / Rafael Araújo Santos. - São Luís, 2020.

70f.

Orientador: Prof. Me. Rafael Cunha.

Monografia (Graduação em Sistema de Informação) - Curso de Sistema da Informação – Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2020.

1. Computação em Nuvem. 2. Tecnologia da Informação. 3. Infraestrutura local. 4. Custos de Investimento. 5. Empresa. I. Título.

CDU 004

RAFAEL ARAÚJO SANTOS

**UMA ANÁLISE DOS CUSTOS OPERACIONAIS ENVOLVIDOS NA UTILIZAÇÃO
DE SERVIÇOS DE COMPUTAÇÃO EM NUVEM EM UMA EMPRESA DE SÃO
LUÍS**

Monografia apresentada ao Curso de Sistemas de informação do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de informação.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Me. Rafael Cunha (Orientador)

Mestre em Ciência da Computação

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB)

Prof. Me. Allan Kassio Beckman Soares da Cruz

Mestre em Design

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB)

Prof. Esp. Pedro Henrique Carneiro Gomes

Especialista em Gerenciamento de Projetos

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder força e determinação nesse período bastante turbulento e cheio de felicidades da minha vida. Agradeço a minha família, em especial a minha querida mãe Rocilda Santana de Araújo que sempre me deu forças e confiou no meu potencial. Ao meu pai Carlos Rafael Garcia Santos que sempre me deu todo apoio possível.

Agradeço à minha namorada Ingrid Rocha pelo apoio moral nos momentos difíceis desse processo.

Aos amigos que conquistei durante a graduação e que certamente levarei para toda vida.

Agradeço à todos os professores da instituição, em especial ao meu orientador Rafael Cunha que comprou minhas brigas e me guiou na caminhada de conclusão da minha pesquisa. Agradeço também ao professor Maurício José que me ajudou em todos os momentos que precisei sem hesitar, inclusive nos domingos à noite.

Agradeço a instituição, na figura do professor Rodrigo Monteiro, por sempre buscar ajudar em tudo que fosse preciso, facilitando bastante o processo de graduação e conclusão da minha monografia.

E por último, mas não menos importante, agradeço à mim mesmo por nunca ter desistido e ter acreditado que sempre poderia ser melhor do que fui ontem.

RESUMO

Uma análise acerca dos custos operacionais envolvidos na utilização de serviços de computação em nuvem em uma empresa de São Luís traz o entendimento, que a tecnologia da informação (TI) busca atender as demandas de recursos tecnológicos de modo que, suportem inclusive os picos de necessidade desses recursos, que geralmente ocorre em momentos excepcionais, e demanda um alto investimento para provisionamento de recursos que a suportem. Sendo assim, os computadores, *data center* e as licenças de software em uma infraestrutura local acabam tendo o mesmo custo até mesmo quando não estão sendo utilizados de forma plena. Em meio a isso os serviços de computação em nuvem se popularizaram como alternativa para empresas que desejam adquirir recursos de forma rápida e sob demanda para diminuir custos de investimento em TI entre outros motivos. Uma pesquisa de natureza básica, objetivo exploratório, método de abordagem qualitativo e procedimento de estudo de caso realizada em uma empresa de São Luís encontrou que os gestores de TI, ao se depararem com a necessidade de investir em TI para garantir a disponibilidade de aplicações na instituição consideraram, o impacto no custo causado pela aquisição de equipamentos referentes a uma infraestrutura local bem mais expressivos que os gastos mensais da contratação de um serviço de nuvem do provedor Azure da Microsoft. Foi encontrado também que a computação em nuvem pode ser uma forma de variar gastos por meio da obtenção de recursos de forma dinâmica e sob demanda.

Palavras-chave: Computação em Nuvem. Tecnologia da Informação. Infraestrutura local. Custos de Investimento. Empresa.

ABSTRACT

An analysis of the operational costs involved in the use of cloud computing services in a company in São Luís brings the understanding that information technology (IT) seeks to meet the demands of technological resources in order to support even the peaks of need of these resources, which usually occurs at exceptional times and demands a high investment for the provision of resources that support it. As such, computers, data centers and software licenses in a local infrastructure end up having the same cost even when they are not being used in full. Amidst this, cloud computing services have become popular as an alternative for companies that want to acquire resources quickly and on demand to reduce IT investment costs, among other reasons. A basic research, exploratory objective, qualitative approach method and case study procedure carried out in a company in São Luís found that IT managers when faced with the need to invest in IT to guarantee the availability of applications in the institution consider the cost impact caused by the acquisition of equipment related to an on-premises infrastructure much more significant than the monthly costs of contracting a cloud service from Microsoft's Azure provider. It was also found that cloud computing can be a way to vary spending by obtaining resources dynamically and on demand.

Keywords: Cloud Computing. Information Technology. Local infrastructure. Investment costs.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Elementos básicos de infraestrutura de TI	13
Figura 2 - Ambiente no modelo baseado em Mainframe.	16
Figura 3 - Ambiente de um modelo de comunicação Cliente/Servidor	18
Figura 4 - Interação Cliente/ Servidor.....	20
Figura 5 - Interação Cliente/ Servidor baseada em páginas dinâmicas.....	21
Figura 6 - Datacenter Tradicional.....	22
Figura 7 - Visualização do modelo de computação em nuvem de acordo com as definições da NIST.	28
Figura 8 - Modelo de uma Nuvem Pública.....	29
Figura 9 - Nuvem Privada local.	30
Figura 10 - Modelo de nuvem privada terceirizada	31
Figura 11 - Nuvem Comunitária	32
Figura 12 - Modelo de Nuvem híbrida.....	33
Figura 13 - Resumo dos Modelos de entrega da computação em nuvem	33
Figura 14 - Benefícios exclusivos e compartilhados dos modelos de Nuvem pública e privada.....	34
Figura 15 - Os papéis na nuvem.....	35
Figura 16 - Tipos de serviços oferecidos na Computação em Nuvem e seus principais utilizadores.....	35
Figura 17 - Representação do modelo IaaS.....	41
Figura 18 - Caminho para implantação de um datacenter na infraestrutura local própria	43
Figura 19 - Elasticidade Automática de acordo com AWS (Amazon Web Services).....	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Objetivos	10
1.1.1	Objetivo Geral	10
1.1.2	Objetivos específicos	10
1.2	Metodologia	11
1.2.1	Tipo da pesquisa	11
1.2.2	Local do Estudo	12
1.2.3	Coleta de Dados	12
1.2.4	Análise dos dados	12
1.2.5	Aspectos Éticos	13
1.3	Estrutura do trabalho	14
2	INFRAESTRUTURA DE HOSPEDAGEM LOCAL	15
2.1	Introdução	15
2.2	Modelos de comunicação cliente/servidor	18
2.3	Interação cliente/servidor na WEB	21
2.4	Datacenters Tradicionais: uma visão geral	24
3	MODELO DE COMPUTAÇÃO EM NUVEM	28
3.1	Conceito de Computação em nuvem	28
3.2	Estrutura e características	29
3.3	Grau de Compartilhamento	32
3.4	Modelo de prestação de serviços	37
3.4.1	Software como Serviço (SaaS)	39
3.4.2	Plataforma como Serviço (PaaS)	40
3.4.3	Infraestrutura como Serviço (IaaS)	42
3.5	Vantagens e desafios da adoção da computação em nuvem	45
3.5.1	Vantagens	45
3.5.2	Limitações e desafios	49
4	TRABALHOS RELACIONADOS	51
4.1	Análise dos Trabalhos Relacionados	52
5	ESTUDO DE CASO: SETOR DE TI DA XPTO ENSINO	54
5.1	Computação em Nuvem na XPTO Ensino	54
5.2	Os custos de utilização dos serviços de nuvem na XPTO Ensino	55
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
	REFERÊNCIAS	62

ANEXO A – DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	66
APÊNDICE	67

1 INTRODUÇÃO

A Tecnologia da Informação (TI) busca atender demandas de recursos físicos de empresas de modo, que suportem inclusive os picos de necessidade desses recursos, contudo, isso demanda altos investimentos que muitas vezes só são de fato utilizados em momentos excepcionais. Ou seja, em grande parte do tempo ocorre um desperdício. Os computadores, *data centers* e as licenças de *software* acabam tendo o mesmo custo quando não estão sendo utilizados de forma plena, por conta de uma queda na demanda dos recursos tecnológicos.

Logo, as empresas que possuem grande parte das suas aplicações hospedadas em uma infraestrutura local própria acabam tendo um prejuízo inevitável, já que, por um lado, o recurso é necessário em momentos de pico e pode gerar prejuízos se não estiverem preparados para esses momentos, também acabam por causarem prejuízos por sua sub utilização.

Esse cenário fica ainda mais complicado, já que, as empresas hoje em dia estão cada vez mais preocupadas em entregar valor para seus clientes. Para isso, elas precisam ser flexíveis, adaptativas e fluídas o suficiente para participar das transformações e conseguirem sobreviver em um ambiente cada vez mais concorrido. Nesse sentido, é indiscutível a importância da Tecnologia da Informação (TI), que permite a integração dos setores da empresa, seus parceiros, serviços e clientes por meio de uma gama de recursos tecnológicos. Porém, o custo para investir em uma infraestrutura de TI, que garanta uma competitividade da empresa no mercado acaba sendo muito alto.

Por conta disso, a Computação em Nuvem se popularizou recentemente como uma possível solução para esses problemas, com um modelo de entrega e de acesso a dados que são oferecidos de forma dinâmica de acordo com as necessidades do usuário através de conexão de internet. O serviço é oferecido com custo proporcional a utilização do contratante, evitando gastos desnecessários, eliminando as superestimações e subestimações de recurso.

Assim, questiona-se: de que modo um modelo de Computação em Nuvem poderia impactar nos custos operacionais do setor de TI, de uma empresa de médio ou grande porte? Uma hipótese seria que uma empresa de médio ou grande porte pudesse contratar serviços de Computação em Nuvem de provedores como Azure, AWS, Google, etc., para hospedar serviços como: e-mail, armazenamento, aplicações

e sites. Deste modo, a empresa não precisaria se preocupar com provisionar seus recursos tecnológicos, além de reduzir custos referentes a aquisição e manutenção de uma infraestrutura de servidores local. Causando um impacto positivo nos custos operacionais do setor de TI da empresa.

Pesquisas voltadas a busca do entendimento da utilização de modelos tecnológicos, como a Computação em Nuvem são justificáveis, já que são de suma importância para quem busca estar preparado para um futuro próximo da tecnologia. De acordo com o relatório *Future of Cloud Computing* da Google, 77% das empresas acreditam que vão utilizar nuvem até 2029 (IPSENSE, 2019). Portanto, é essencial que um profissional da área da tecnologia tenha noção dessas soluções.

1.1 Objetivos

Com o intuito de fornecer o direcionamento necessário para busca de uma possível resposta para problemática apresentada na introdução, os seguintes objetivos foram traçados:

1.1.1 Objetivo Geral

Investigar a possibilidade de empresas de médio ou grande porte utilizarem Computação em Nuvem para diminuir seus custos com infraestrutura de servidores.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Analisar o impacto gerado pela utilização de um modelo de serviço de Computação em Nuvem nos custos operacionais de uma empresa de médio ou grande porte;
- b) Entender o modelo de infraestrutura própria de servidores;
- c) Explorar os conceitos do modelo de Computação em Nuvem.

1.2 Metodologia

A pesquisa é uma atividade humana, cujo objetivo é entender e explicar fenômenos, fornecendo respostas às questões significativas para a compreensão da natureza. Para atingir esses objetivos, o pesquisador utiliza o conhecimento anterior acumulado e manipula cuidadosamente os diferentes métodos e técnicas para obter resultado referentes às suas indagações (PRODANOV; FREITAS, 2013).

O presente tópico tem como objetivo esclarecer os métodos e técnicas utilizados para atingir os objetivos gerais e específicos propostos na pesquisa.

1.2.1 Tipo da pesquisa

A presente pesquisa caracteriza-se quanto à natureza por uma pesquisa básica. De acordo com Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa básica é aquela que objetiva gerar conhecimentos novos, úteis para o avanço da ciência, mas sem uma aplicação prática prevista. Ela envolve verdades e interesses universais.

Do ponto de vista dos objetivos, a presente pesquisa caracteriza-se como pesquisa exploratória, já que se encontra em uma fase inicial e visa proporcionar ao pesquisador mais informações acerca do objeto pesquisado, que servirão como base para levantamento de hipóteses ou descobrir um novo enfoque para o assunto trabalhado. Severino (2010, p. 62) complementa a respeito das características das pesquisas com objetivo exploratório:

A pesquisa exploratória busca apenas levantar informações sobre um determinado objeto, delimitando assim um campo de trabalho, mapeando as condições de manifestações desse objeto. Na verdade, ela é uma preparação para a pesquisa explicativa.

Quanto a abordagem, o trabalho utilizou o método qualitativo. De acordo com Pereira et al. (2018) o método qualitativo é aquele no qual é importante a interpretação por parte do pesquisador com suas opiniões em relação ao fenômeno em estudo. Geralmente a coleta de dados é feita por meio de entrevistas com questões mais abertas.

O trabalho utiliza o procedimento técnico de estudo de caso para coletar os dados necessários para elaboração da pesquisa. O estudo de caso consiste em

coletar e analisar um determinado grupo, comunidade, indivíduo, etc. É válido lembrar que, assim como qualquer outro tipo de pesquisa, o estudo de caso, também, acaba possuindo elementos do procedimento técnico de pesquisa bibliográfica para justamente elaborar todo o referencial teórico do trabalho com base em livros, dissertações, teses e artigos (PRODANOV; FREITAS, 2013).

1.2.2 Local do Estudo

A pesquisa foi realizada no setor de Tecnologia da Informação (TI) de uma empresa voltada para o ensino, por questões relacionadas a sigilo, foi utilizado o nome XPTO Ensino para se referir a empresa visitada. O local foi escolhido por atender ao requisito de ser uma empresa de grande porte e possuir serviços de nuvem implementados.

1.2.3 Coleta de Dados

O instrumento utilizado para coleta de dados foi o de entrevistas estruturadas e foram realizadas com o Gestor de Inovação e Tecnologia, e o Coordenador de Infraestrutura e Segurança da empresa estudada. De acordo com Severino (2010), entrevistas estruturadas são aquelas em que as questões são previamente estabelecidas, aproximando-se de um questionário, porém com uma maior pessoalidade.

Por conta da pandemia o Gestor de Inovação e Tecnologia estava trabalhando de forma remota e a entrevista foi realizada pela ferramenta de videoconferência *Google Meet*, já a entrevista com o Coordenador de Infraestrutura e Segurança foi realizada normalmente de forma presencial. Ambas as entrevistas foram gravadas, transcritas e autorizadas por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

1.2.4 Análise dos dados

No que se refere a pesquisas qualitativas, a escolha de métodos deve obrigatoriamente proporcionar um olhar variado sobre a totalidade dos dados recolhidos na fase de coleta. Para Campos (2015) um método muito utilizado na

análise de dados qualitativos é a análise de conteúdo, que compreende um conjunto de técnicas cujo objetivo é a busca do sentido ou dos sentidos de um documento.

De acordo com Bardin citado por Sobragi (2012) e Silva e Fossá (2015), a análise de conteúdo é caracterizada por três fases:

a) Pré-Análise: está relacionada a fase de organização, que visa operacionalizar e sistematizar as ideias, de modo que elabore um esquema de desenvolvimento do trabalho. Nessa fase é formulado os objetivos e hipóteses e, por fim, elaborados indicadores para basear uma interpretação final por parte do pesquisador.

b) Exploração do material: consiste na construção das operações de codificação, considerando os recortes de textos em unidades de registros, a definição das regras de contagem e a classificação e agregação das informações em categorias simbólicas. As seguintes unidades de registro foram analisadas na pesquisa: disponibilidade, infraestrutura local, flexibilidade e investimento.

c) Tratamento e interpretação dos resultados obtidos: os resultados brutos são tratados a ponto de serem significativos e válidos. Consiste em captar os conteúdos manifestos e não manifestos contidos em todo o material coletado.

Por conta da abordagem qualitativa da pesquisa, o método de análise de conteúdo foi utilizado para interpretar os dados obtidos nas entrevistas.

1.2.5 Aspectos Éticos

A pesquisa se compromete em manter os dados sigilosos e diante da escrita da pesquisa utilizará nomes fictícios para representar os participantes. Além disso o pesquisador se compromete, junto com seu orientador, em garantir a integridade da instituição, comprometendo-se o mesmo a utilizar os dados pessoais dos participantes da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

1.3 Estrutura do trabalho

O presente trabalho é dividido em 6 tópicos principais. O primeiro deles é a introdução que apresenta uma contextualização, a problemática da pesquisa, a hipótese, as justificativas, metodologia, bem como os objetivos gerais e específicos. O segundo capítulo é responsável por trazer o entendimento das características de uma infraestrutura de hospedagem local. O terceiro tópico busca por entendimento acerca do conceito de Computação em Nuvem, bem como seus modelos de serviço, graus de compartilhamento, vantagens e desvantagens. O Quarto capítulo apresenta uma análise descritiva dos trabalhos relacionados a área de estudo da pesquisa. No quinto capítulo é apresentado os resultados do estudo de caso realizado na empresa XPTO Ensino. O sexto e último capítulo diz respeito as considerações finais do processo de pesquisa realizado.

2 INFRAESTRUTURA DE HOSPEDAGEM LOCAL

Esse capítulo busca reunir as características de uma infraestrutura de TI tradicional, e apresentar a importância que os recursos fornecidos por essa infraestrutura possuem para empresa. O capítulo também apresenta uma visão geral de um *datacenter* tradicional, com servidores dedicados e sem virtualização.

2.1 Introdução

Em uma empresa, a infraestrutura de TI (Tecnologia da informação) se refere aos equipamentos de hardware, como computadores, servidores, sistemas de armazenamento, sistemas de segurança, redes e comunicação, sistemas operacionais e diversos aplicativos cuja finalidade é atender as necessidades de negócios das organizações.

Essa definição é corroborada por Marcio Mendonça que também discorre sobre a generalidade da propriedade das instalações e a localização das mesmas:

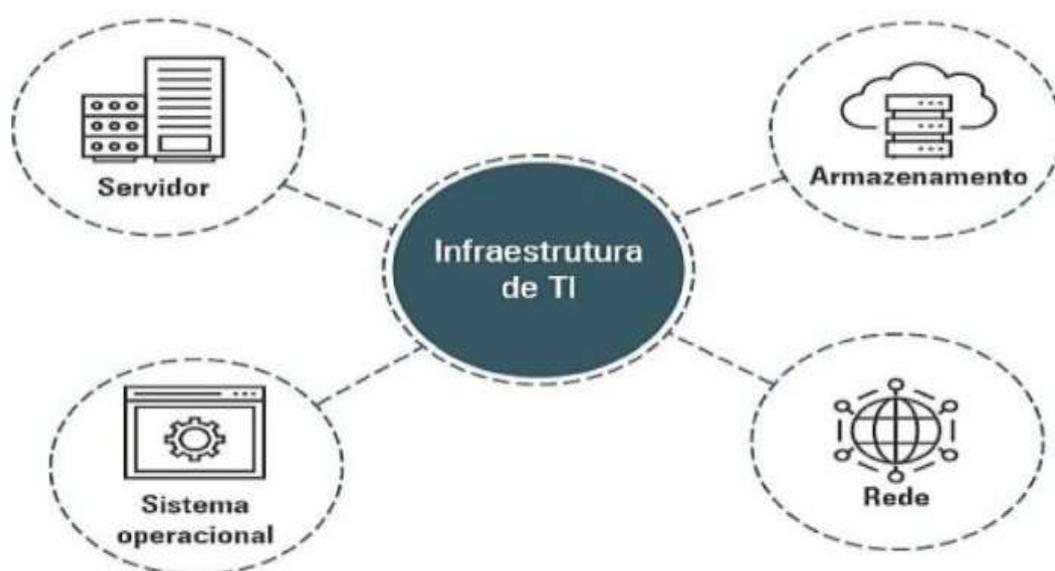
A infraestrutura computacional pode ser definida como um conjunto de equipamentos e instalações que possibilitam que uma organização rode suas aplicações. [...]. Não há requisito prévio quanto à propriedade das instalações (por exemplo, pertencentes a organização ou a uma organização terceirizada) e sua localização (por exemplo, dentro das instalações da organização ou fora delas). A única declaração é que em algum lugar um conjunto de aplicações da organização terá que ser executada em algo (ou seja, equipamentos). (MENDONÇA, 2015, p. 22).

Para gerenciar os vários recursos de TI, os responsáveis devem estabelecer um conjunto de padrões e regras que organize a infraestrutura de TI, e, assim, com as práticas bem definidas acabem alinhando a estratégia de negócio com os serviços fornecidos pela tecnologia da informação. As ferramentas de gestão de infraestrutura de TI, junto de um conjunto de procedimentos específicos, existem para manter a competitividade e a produtividade, agregando valor aos negócios. A gestão da infraestrutura de TI se relaciona à arquitetura corporativa por meio das aplicações e processos, mas também por conta de atividades executadas com excelência por diversos profissionais (VARELLA, 2019).

A preocupação constante dos gestores de infraestrutura de TI é manter sempre os objetivos de negócios alinhados às estratégias implementadas e definidas

para os serviços de TI, que estão recebendo cada vez mais investimento. A figura 1 abaixo mostra a representação da infraestrutura de TI, tem como foco as características do computador a ser utilizado, o armazenamento, a infraestrutura de redes e o sistema operacional, que são variáveis constantemente monitoradas por serem fundamentais para o sucesso da empresa (VARELLA, 2019).

Figura 1 - Elementos básicos de infraestrutura de TI



Fonte: Varella (2019)

Para se escolher um servidor na empresa, os responsáveis precisam definir de forma bem estudada características como tipo de memória, processador, placa de vídeo, placa de rede e até mesmo o gabinete onde será montada a máquina.

A questão do armazenamento (*storage*) desse servidor também precisa de atenção dos gestores para definir a tecnologia adequada que garanta não só a gravação dos dados, mas também a manutenção dos mesmos, para que possam ser acessados de forma rápida pelos usuários.

O acesso a esses recursos de infraestrutura provém de uma boa manutenção e idealização dos componentes da tecnologia de redes da empresa. Os sistemas de conexão envolvem os cabos de rede e os equipamentos de acesso, que são os switches e os roteadores, basicamente.

Os sistemas operacionais correspondem a parte de gerenciamento de recursos de *hardware*, por meio dos sistemas de gerenciamento de recursos que fazem parte também da infraestrutura de TI (VARELLA, 2019).

Um estudo bem feito com o intuito de montar uma infraestrutura de TI é muito interessante por conta do seu papel em um contexto de competitividade, como afirma:

A competitividade em um contexto que insere a globalização, agilidade ou a capacidade de detectar e aproveitar as oportunidades de mercado com rapidez, é considerada decisiva para o alcance do sucesso. Desta forma, as empresas contemporâneas sendo desafiadas a melhorar de forma contínua o seu valor de criação, por meio de inovações em produtos, serviços, canais e segmentação de mercado, veem por meio da Tecnologia da Informação (TI), oportunidades para aumentar sua agilidade investindo em serviços *web*, *data warehousing*, gerenciamento de relacionamento com clientes e gerenciamento da cadeia de suprimentos (JULIO, 2018, p. 47 apud SAMBAMURTHY; BHARADWAJ; GROVER, 2003).

No entanto, na prática essa ideia de uma infraestrutura de TI bem estudada e capaz de garantir uma competitividade para a empresa que a possui não é algo trivial de se implementar, pois,

Organizações, em sua grande maioria, possuem um legado, um conjunto de aplicativos que se comunicam de forma precária e dados duplicados. Romper com este passado é um ato de inteligência, mas na maioria dos casos não é uma tarefa trivial, pois a organização está em pleno funcionamento e qualquer migração de sistemas ou mesmo atualização pode ser motivo para haver perda de dados e *downtime* dos aplicativos. Também pode haver falta de recursos para novos projetos. (VERAS, 2012, p. 15).

Além disso, as organizações em sua grande maioria estão quase sempre focadas no operacional do dia a dia e acabam não focando em trazer inovações para o setor da TI. As aplicações e infraestrutura das organizações consomem basicamente todo o recurso destinado ao setor de TI. E o diretor de TI, por sua vez, só trata de questões puramente operacionais (VERAS, 2012).

Apesar disso, os investimentos na área de tecnologia nas organizações são bem elevados e difíceis de mensurar, e mesmo assim, a informação e a TI estão entre os principais ativos nas organizações e, normalmente, os menos compreendidos. Os altos custos de projetos que envolvem tecnologia fazem com que ela tenha um impacto marcante no negócio. Fazendo com que a mesma esteja fortemente atrelada às operações das organizações (MENDONÇA, 2015).

De acordo com Marcio Mendonça (2015) a influência da TI no desempenho empresarial continuará a crescer, quer seja na empresa que se concentra na eficiência, na inovação, no crescimento, na responsabilidade dos clientes, quer seja

na integração dos negócios. A TI passou a ser um elemento fundamental para a competitividade de um negócio.

O compartilhamento de informações garantido por uma infraestrutura de TI é muito importante para as empresas, como explica Tanenbaum (2002, p. 20):

Toda empresa de grande e médio porte e muitas empresas pequenas têm uma dependência vital de informações computadorizadas. A maioria das empresas tem registros de clientes, estoques, contas a receber, extratos financeiros, informações sobre impostos e muitas outras informações on-line. Se todos os computadores de um banco sofressem uma pane, ele provavelmente não duraria mais de cinco minutos. Uma instalação industrial moderna, com uma linha de montagem controlada por computadores, não duraria nem isso. Hoje, até mesmo uma pequena agência de viagens ou um a firma jurídica com três pessoas depende intensamente de redes de computadores para permitir aos seus funcionários acessarem informações e documentos relevantes de forma instantânea.

Por meio do que foi apresentado, é possível perceber a importância que uma infraestrutura de TI possui para as empresas no contexto moderno.

2.2 Modelos de comunicação cliente/servidor

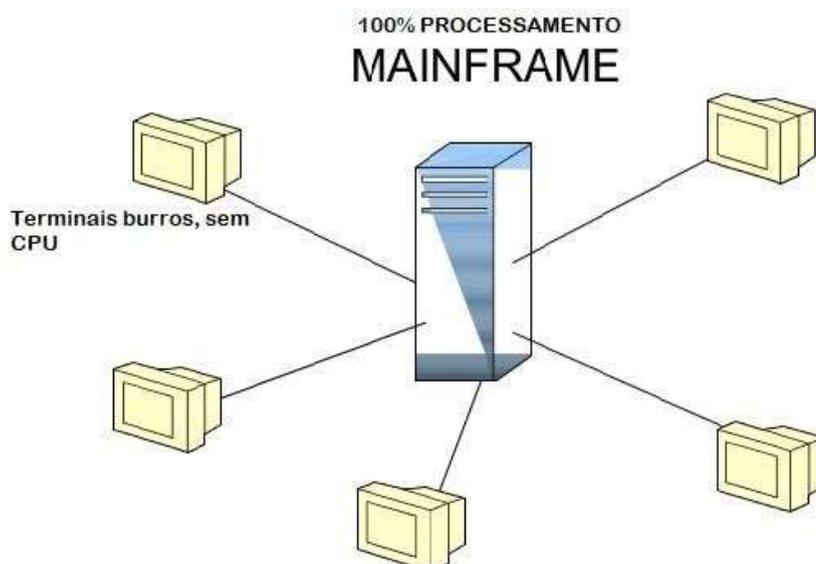
Da década de 1960 até meados da década de 80, o modelo computacional centralizado ou legado, baseado em mainframes e minicomputadores dominou o cenário da computação mundial. Os sistemas baseados em mainframes e minicomputadores eram compostos pelos chamados “terminais burros” porque não realizam qualquer tipo de processamento, sendo baseados em caracteres alfanuméricos. As telas verdes pretas dos terminais eram pouco amigáveis, e desenvolver para esses sistemas era um pesadelo já que era necessário codificar os programas através de fitas e cartões perfurados, além de precisarem de uma mão de obra muito especializada (ROCHA, 2002).

O modelo baseado em mainframes era caro e com dados e programas que só poderiam ser manipulados por uma equipe seleta de profissionais, esse modelo passou a declinar em 1980. De acordo com Rocha (2002, p. 20):

As características inerentes à abordagem do processo computacional centralizado conduzem ao seu declínio: ambientes e SO proprietários, controle centralizado, recursos não reutilizáveis, arquitetura hierárquica e estática e a interface pouco amigável com o usuário.

A figura 2 a seguir mostra como era a ideia do modelo baseado em mainframes:

Figura 2 - Ambiente no modelo baseado em Mainframe



Fonte: Autoria própria (2020)

A ideia ultrapassada de um único computador atendendo todas as requisições computacionais da organização foi substituída pelas chamadas redes de computadores, nas quais as requisições são tratadas por um grande número de computadores separados, mas interconectados (TUNENBAUM,2002).

De acordo com Tunenbaum (2002, p. 18), “redes de computadores” é uma expressão que se refere a “um conjunto de computadores autônomos interconectados por uma única tecnologia. Dois computadores estão interconectados quando podem trocar informações.” Esse conceito se confunde na literatura com o conceito de sistemas distribuídos, que se difere do conceito de redes de computadores porque se apresenta para o usuário como um sistema único e coerente. Uma camada chamada *middleware* de *software* fica entre o usuário e o sistema operacional e possibilita que esse modelo seja implementado. Um exemplo de sistema distribuído é a *World Wide Web (WWW)*, que apresenta para o usuário a aparência única e coerente de uma página Web (TUNENBAUM, 2002).

Em uma rede de computadores os usuários ficam expostos a máquinas reais, sem qualquer tentativa por parte do sistema de fazer as máquinas parecerem e

atuarem de modo transparente e único. Se as máquinas tiverem *hardwares* diferentes e sistemas operacionais distintos, isso será totalmente visível para os usuários.

De forma prática, um sistema distribuído é um sistema de *software* instalado em uma rede. É o *software* que dá o nível de coesão e transparência ao cenário. Conseqüentemente, é o *software* que determina a diferença entre uma rede e um sistema distribuído, e não o *hardware* (TUNENBAUM,2002).

Para Tunenbaum (2002), o fato de um usuário estar a 15.000 quilômetros de seus dados não deve ser um impeditivo para que o mesmo acesse seus dados como se fosse local. “Resumindo, trata-se de uma tentativa de pôr fim à ‘tirania da geografia’” (TUNENBAUM, 2002, p. 19).

O avanço das tecnologias de rede juntamente com a proliferação dos *Personal Computers* (PCs) fizeram surgir o modelo Cliente/Servidor. Ela se baseia em duas camadas uma cliente, computadores e *workstations*, que solicita dados e serviços e uma outra camada, a servidora. Geralmente essas camadas estão em diferentes plataformas, porém nada impede que estejam na mesma máquina e se comunicando através de interprocessos (ROCHA, 2002).

Segundo Tunenbaum (2002), o modelo Cliente/Servidor constitui a base da grande rede e exemplifica justamente a ideia já apresentada de que o modelo pode ser utilizado tanto por usuários na mesma rede como por usuários em redes diferentes, inclusive por meio da *World Wide Web* (WWW):

Ele é amplamente usado e constitui a base da grande utilização da rede. Ele é aplicável quando o cliente e o servidor estão ambos no mesmo edifício (por exemplo, pertencem à mesma empresa), mas também quando estão muito distantes um do outro. Por exemplo, quando uma pessoa em sua casa acessa uma página na World Wide Web, é empregado o mesmo modelo, com o servidor da Web remoto fazendo o papel do servidor e o computador pessoal do usuário sendo o cliente. Sob a maioria das condições, um único servidor pode cuidar de um grande número de clientes. (TUNENBAUM, 2002, p. 20).

Nesse modelo o lado do cliente contém a interface lógica com o usuário, navegação e apresentação do SI, o lado do servidor é responsável por acessar a base de dados e fazer a manipulação nos dados de acordo com o requisitado.

A comunicação nesse ambiente é feita por meio de protocolos de rede como TCP/IP e através de *Application Programming Interface* (APIs). A figura 3 a seguir mostra como funciona um ambiente no modelo Cliente/Servidor:

Figura 3 - Ambiente de um modelo de comunicação Cliente/Servidor



Fonte: Rocha (2002, p. 21)

O termo *Graphical User Interface* (GUI) apresentado na imagem é justamente a interface gráfica do dispositivo com o usuário. É válido lembrar que nesse modelo o cliente sempre toma a iniciativa, enquanto o servidor fica passivamente esperando os pedidos. Dois fatos devem ser ressaltados: um é que o servidor não se preocupa com o modo como a comunicação é feita, e o outro é que os serviços oferecidos pelo servidor são descritos pela interface do servidor (SHIMODA, 2005).

2.3 Interação cliente/servidor na WEB

A internet, em particular a Web, pode ser considerada o maior exemplo de uma plataforma Cliente/Servidor. Ela demonstra a viabilidade da implementação dos protocolos de comunicação TCP/IP e do paradigma Cliente/Servidor, já apresentado, em uma escala global (TEIXEIRA, 2004).

Basicamente, a Web é composta por vários documentos chamados de páginas Web, desenvolvidas em sua maioria utilizando *HyperText Markup Language* (HTML), uma linguagem que descreve a estrutura e formação das páginas; estabelece ligações entre recursos e documentos da Web e proporciona um padrão que garante sua portabilidade (SABO, 2006). É importante ressaltar que a Web não é o único serviço rodando na Internet, mas com certeza é o mais utilizado, como afirma Sabo (2006, p. 21): “[...] em 1995 a Web se tornou responsável pela maior parte do tráfego

da Internet, superando todos os serviços, inclusive aplicações tradicionais como FTP e o e-mail”.

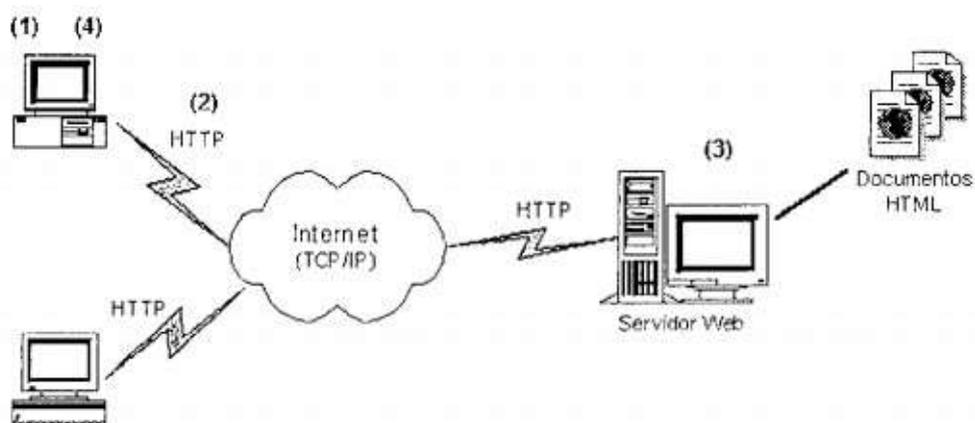
De acordo com Teixeira (2004), a Web no início nada mais era que um sistema de escala mundial contendo milhares de documentos interligados. Os principais elementos que forneciam a base para o funcionamento da Web nesse primeiro momento eram os navegadores (*browsers*), o protocolo *HTTP*, os servidores *web*, os documentos *HTML* e o sistema e nomenclatura *de hosts e documentos (as URL – Uniform Resource Locators)*.

O conteúdo é distribuído entre inúmeras máquinas com diferentes arquiteturas, softwares básicos e aplicativos, a *Web* deve permitir que as informações sejam acessadas como se estivessem em um único repositório. Desse modo, a *Web* poderia ser considerada um sistema distribuído cuja rede de comunicação é a *Internet* (SABO, 2006).

O cliente Web -ou navegador Web- se comunica com os servidores utilizando o protocolo de comunicação *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP), mas nada impede que os navegadores Web se comuniquem com os servidores utilizando outros protocolos de comunicação como: *File Transfer Protocol*(FTP), *Network News Transfer Protocol* (NNTP), *Wide Area Information Server* (WAIS), etc. (PALAZZO, 2000).

A figura 4 mostra como era a interação HTTP típica. Nela o navegador Web acessa um servidor Web assim que o usuário especifica uma URL a ser alcançada (1). A partir daí o navegador faz uma requisição ao servidor (2), por meio do HTTP. O servidor, ao recebê-la em uma de suas portas pré-definidas (geralmente a de número 80), estabelece uma conexão com o cliente; em seguida, procura em seu sistema de arquivos o arquivo solicitado e devolve ao cliente (3). O *browser*, ao receber a resposta, verifica o conteúdo e se estiver escrito em HTML, interpreta-o e mostra o conteúdo formatado para o usuário que o solicitou (4) (TEIXEIRA, 2004).

Figura 4 – Interação Cliente/ Servidor



FONTE: Teixeira (2004, p. 27)

A abordagem descrita é a chamada “páginas estáticas” que apresenta pouca interatividade com o usuário, já que os recursos solicitados ainda são, essencialmente, documentos HTML alocados fisicamente no disco do servidor Web.

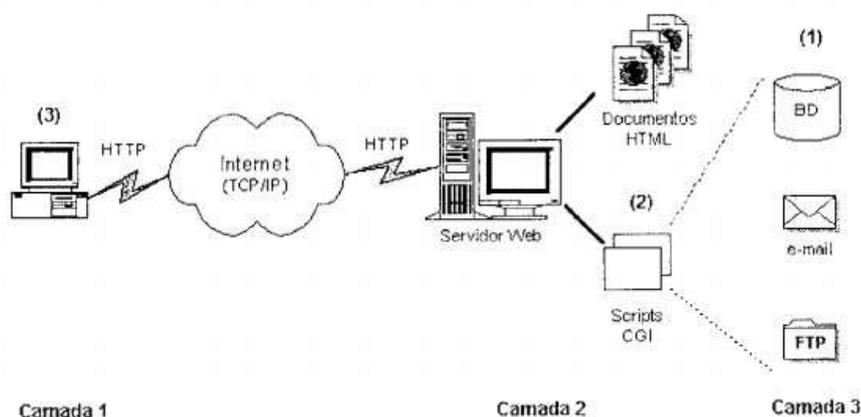
Existe também a abordagem de “páginas dinâmicas” que são documentos HTML gerados dinamicamente em tempo de execução por um programa ou script executando no servidor Web quando a página é requisitada (SABO, 2006).

A abordagem de páginas dinâmicas foi possível devido ao surgimento do protocolo *Common Gateway Interface* (CGI), no intuito de introduzir uma maior interatividade na Web. A comunicação descrita anteriormente de navegador e servidor web continua acontecendo em formato HTML, o que garante a independência da plataforma. O CGI na verdade, gerencia os pedidos de execução de aplicações, direcionando-os para um programa apropriado que também fica do lado do servidor. A porta de entrada para as aplicações CGI são os formulários HTML, que recebem dados do usuário, por meio dos navegadores (SABO, 2006).

Na figura 5 é mostrado uma interação HTTP com CGI. Nela, o programa servidor, ao receber a solicitação (1), a executa e retorna o resultado para o CGI (2), em formato HTML, o qual repassa para o cliente (3). O usuário tem a impressão de que recebeu uma página HTML estática, mas essa página foi montada a partir de um processo iniciado sob o comando do servidor Web. Esse processo é chamado de script CGI e é independente do servidor, ou seja, é um processo diferente dentro do

sistema operacional. O que o CGI está definindo é o formato da informação das informações trocadas entre o navegador e o programa acionado (TEIXEIRA, 2014).

Figura 5 - Interação Cliente/ Servidor baseada em páginas dinâmicas



FONTE: Teixeira (2004, p. 28)

O que foi descrito acima é o modelo Cliente/Servidor 3-camadas (*three-tier*), com a camada intermediária constituída pelo servidor web mais o módulo CGI e a camada mais externa representada pelo navegador na posição de cliente e as aplicações servidoras (como por exemplo, banco de dados, e-mail, FTP, etc.).

De acordo com Teixeira (2004) o CGI, por não ter um estado, tinha um alto tempo de resposta e sobrecarregava os servidores por iniciar um novo processo para tratar cada solicitação. Com o intuito de minimizar as desvantagens do CGI, preocupando-se com a falta de estado nos servidores, tentando compartilhar processos em memória entre as invocações de serviços e procurando introduzir mais interatividade no cliente, acabaram surgindo linguagens como ASP (*Active Server Pages*), PHP (*Hypertext Preprocessor*) e Java.

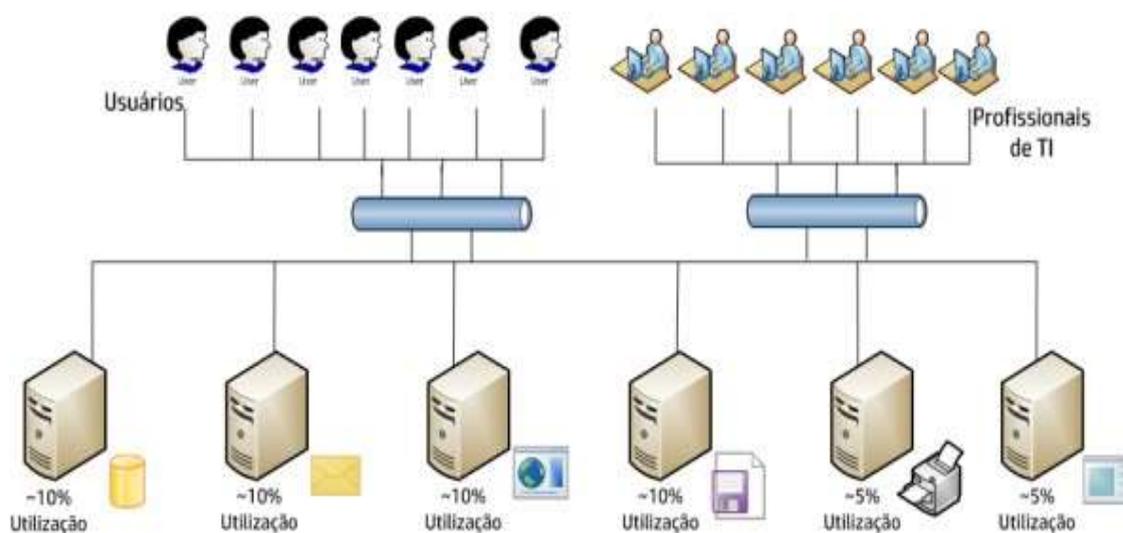
2.4 Datacenters Tradicionais: uma visão geral

Desde a utilização de *Mainframes*, as empresas contam com a utilização de *datacenters* mais complexos. Conforme a empresa vai aumentando, o número de servidores e a heterogeneidade das aplicações vai ficando cada vez maior, e mais complicada de gerenciar. Um *datacenter* bem estruturado pode evitar problemas de indisponibilidade de aplicações, que pode gerar prejuízos para a empresa. Contudo,

o custo para manter a infraestrutura de um *datacenter* e impedir paradas não programadas é bem oneroso. É importante ressaltar que se entende por *Datacenter* tradicional aquele que utiliza servidores físicos dedicados às aplicações da empresa, de modo que cada servidor possua seu sistema operacional com uma ou mais aplicações instaladas no mesmo. Nesse tipo de modelo não existe virtualização, por conta disso, dependendo do número de aplicações que a empresa tenha, e do número de servidores que o *datacenter* abrigue, pode haver um desperdício de recursos (MELO, 2014).

A figura 6 mostra uma representação da estrutura de um *Datacenter* tradicional com servidores físicos dedicados. Os recursos computacionais como por exemplo, memória RAM e CPU, necessários para a aplicação são subutilizados, ou seja, geralmente as aplicações não utilizam toda a capacidade computacional disponível da máquina em que está hospedada. Estima-se que cerca de 70% dos servidores de um datacenter estão sendo utilizados e os outros 30% estão praticamente sem utilização, apenas consumindo energia elétrica (MELO, 2014).

Figura 6 - Datacenter Tradicional



Fonte: Melo (2014, p. 21)

Estima-se que a utilização efetiva da capacidade dos servidores mostrados na figura 6 fique em torno de 5 a 10%. Em um cenário como esse, os servidores são

subutilizados e acabam gerando uma cascata de custos desnecessários para empresa, como explica Melo (2014, p. 22):

[...] o número elevado de servidores aumenta a ocupação de espaço físico e quanto maior o número de servidores, maior é a dissipação de calor e necessidade de refrigeração. Consequentemente, o consumo de energia é elevado. Nota-se, portanto, um desperdício de recursos e um elevado para manter os servidores.

Existe o caso de aplicações que necessitam de alta disponibilidade e tolerância às falhas, que precisam ser instaladas em mais de um servidor de modo redundante. Para garantir essa alta disponibilidade, os servidores precisam ser montados em modo *Cluster*, ou seja, de modo duplicado. Se um dos nós do *Cluster* apresentar falhas, uma migração da aplicação é realizada (*failover*) para outro nó. Por meio desse artifício é possível ter uma aplicação com alta disponibilidade. Esse tipo de prática eleva ainda mais os custos do *datacenter*, apesar de ser importante para que não haja prejuízos decorrentes da indisponibilidade dos servidores (MELO, 2014).

Além da necessidade de um esforço técnico para montar uma infraestrutura de alta disponibilidade por meio da implementação de clusters, a mesma também exige um esforço no sentido de provisionar uma infraestrutura energética, como explica Santos (2014, p. 22):

Boa parte desse consumo energético não é direcionada para os equipamentos de TI do Datacenter e sim utilizados na infraestrutura de apoio, como equipamentos de refrigeração, ventilação, etc., isso faz com que haja a necessidade de um planejamento cuidadoso acerca das provisões na rede elétrica para atender o Datacenter. Estudos em Hamilton (2009) observam que na construção de Datacenters, cerca de 80% do custo global é direcionado para o provisionamento de uma infraestrutura energética com alta disponibilidade, e os 20% restantes para a edificação.

Vale lembrar que os custos para se projetar e construir um *Datacenter* interferem diretamente nas despesas de capital da empresa. Um dos principais problemas de um *datacenter* tradicional é o desperdício de recursos computacionais.

Além disso, para se conseguir alta disponibilidade e tolerância a falhas é necessário duplicar servidores, o que eleva de forma geral os custos. Esse número elevado de servidores dedicados, subutilizados inclusive, gera um calor excessivo, exigindo consequentemente um sistema de refrigeração mais robusto. E esse custo

só aumenta conforme a necessidade de novos servidores surge. Logo, é perceptível um consumo muito alto de energia elétrica nesse modelo (MELO, 2014).

3 MODELO DE COMPUTAÇÃO EM NUVEM

Este capítulo busca entender os conceitos, estrutura, modelos de serviço, tipos de ofertas, benefícios e limitações da utilização do modelo de computação em nuvem.

3.1 Conceito de Computação em nuvem

O conceito de *Cloud Computing* causa grande confusão por se tratar de uma evolução natural de diversas tecnologias e conceitos. Dentre eles a virtualização, Web 2.0, *Services Oriented Architecture* (SOA) e o modelo de Software como Serviço. Este tópico ficará responsável por apresentar a visão de alguns autores a respeito do que é o modelo de *Cloud Computing* (ROBERTO, 2014).

Apesar da falta de consenso entre os diversos autores, grande parte deles consideram como pai do termo *Cloud Computing* (Computação em Nuvem) o *Chief Executive Officer* (CEO) da Google, Eric Schmidt, que em 2006 usou o termo para definir um modelo de prestação de serviços através da internet (ROBERTO, 2014).

A Computação em Nuvem pode ser definida como um paradigma de infraestrutura que permite o estabelecimento do SaaS (software como serviço) baseados em web, com o objetivo de fornecer funcionalidades que até então só eram alcançadas com grandes investimentos em Hardware e software, o custo desses serviços é baseado no uso. (BORGES *et al.*, 2011).

Para Chagas (2015, p. 26),

[...] a computação em nuvem pode ser definida como um conjunto de serviços de rede ativados, proporcionando escalabilidade, qualidade de serviço, infraestrutura barata de computação sob demanda e que pode ser acessada de uma forma simples e pervasiva.

O autor acaba corroborando com a definição do que é um modelo de Computação em Nuvem apresentado no texto até então.

Um estudo que reuniu diversas definições de Computação em nuvem e fez considerações sobre as mesmas, chegou a definição de que as nuvens são grandes repositórios de recursos virtualizados, tais como hardware, plataformas de desenvolvimento e software, que são facilmente acessíveis por meio da internet. Fora

isso, esses recursos podem ser configurados de forma dinâmica na intenção de se adaptar as diferentes cargas de uso e otimizar sua utilização. O modelo de custo é, novamente, baseado no consumo (BORGES *et al.*, 2011).

De acordo com Roberto (2014, p. 20):

A Cloud Computing é um modelo de novas operações que reúne, para execução dos negócios de maneira diferente, um conjunto existente de tecnologias. A maioria dessas tecnologias utilizadas no modelo, como virtualização e preços baseada no uso, não é nova e esta é a principal razão para as diferentes percepções quanto ao modelo[...]

Para evitar múltiplas interpretações, o presente trabalho seguirá a definição provida *National Institute of Standards and Technology* (NIST) (2011, tradução nossa, p. 6) que define *Cloud Computing* como:

[...] um modelo que permite acesso remoto, conveniente e sob demanda a um conjunto de recursos de computação configuráveis (por exemplo, redes, servidores, armazenamento, aplicativos e serviços) que podem ser rapidamente provisionados e liberados com o mínimo esforço de gerenciamento ou interação do provedor de serviços

A definição fornecida pela NIST corrobora com grande parte das apresentadas anteriormente.

3.2 Estrutura e características

A infraestrutura do ambiente de computação em nuvem, geralmente é composta por centenas ou milhares de máquinas físicas ou nós físicos de baixo custo conectados à rede. Cada máquina tem as mesmas configurações de software, mas não precisam ter, necessariamente, as mesmas configurações de hardware. Dentro de cada máquina física existe uma quantidade de máquinas virtuais (VM), essa quantidade de VMs depende da capacidade de hardware da máquina física.

O modelo de *Cloud Computing* possui 5 (cinco) características essenciais, são elas (ROBERTO, 2014; CÂMARA, 2015):

a) Serviço sob demanda: os clientes podem provisionar recursos computacionais como tempo de servidor, espaço para armazenamento de dados, de acordo com sua demanda sem precisar de interação humana com o provedor de serviço.

b) Amplo acesso à rede: recursos computacionais são disponibilizados em tempo real na rede e podem ser acessados através de softwares padronizados. Os softwares clientes utilizados para acesso a nuvem são leves, como um navegador de Internet.

c) *Pooling* de recursos: os recursos disponibilizados pelo provedor de serviços de nuvem são reunidos para atender todos os clientes ao mesmo tempo, utilizando um modelo chamado de multi-tenant (ou multi-inquilino em português) com diferentes recursos físicos e virtuais. Geralmente, o cliente não sabe em que região o recurso contratado por ele está fisicamente, apesar de poderem escolher, na grande parte dos casos, a localização de forma mais genérica como, em qual país ou região o recurso será hospedado.

Esse compartilhamento de recursos que garante uma das vantagens da nuvem, já que permite a redução de custos para os usuários, pois o mesmo acaba pagando apenas pelos recursos que consumiu por determinado tempo.

d) Elasticidade rápida: os recursos podem ser adquiridos de forma rápida e elástica, permitindo com que o software escale de acordo com a necessidade do cliente. Para o consumidor, os recursos parecem ilimitados e também podem ser apropriados na quantidade e tempo que o cliente achar necessário.

Essa elasticidade pode ser realizada de forma automática, utilizando-se de mecanismos como balanceadores de carga. Isso permite que a aplicação funcione com a performance desejada pelo cliente.

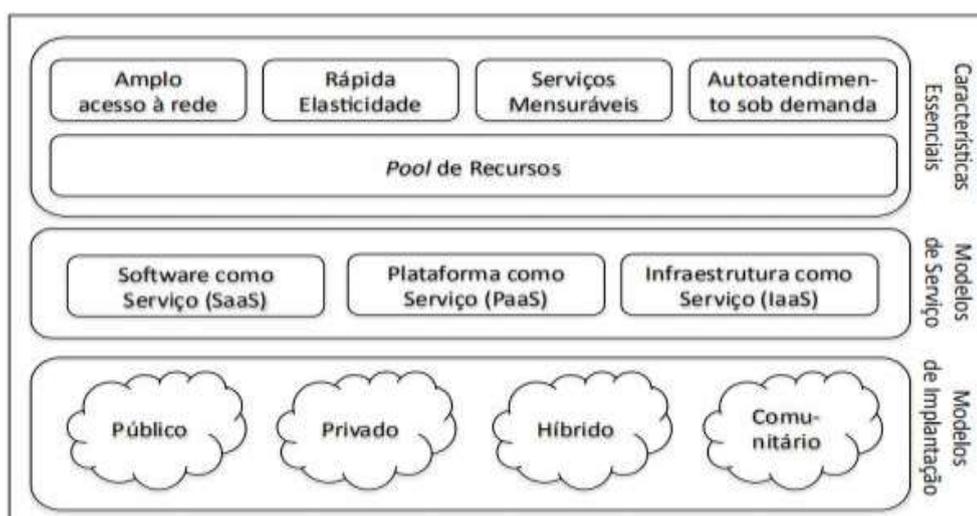
e) Serviços medido: Por questões de transparência, a utilização dos recursos deve ser monitorada e controlada de forma quantitativa e qualitativa. Os sistemas de gerenciamento de nuvem controlam e otimizam automaticamente a utilização dos recursos por meio da sua capacidade de medição. Dependendo do tipo de serviço, as automações são realizadas com algum tipo de abstração. Dessa forma, o usuário pode ser monitorado e controlado, fornecendo a transparência mencionada acima para os provedores e clientes.

Grande parte dos provedores garantem um nível de qualidade (*Quality of Service – QoS*) através de acordos de nível de serviço (*Services Level Agreement – SLA*), que fornecem definições sobre disponibilidade, desempenho, etc. Em certos casos, esses acordos ainda definem penalidades ou descontos, caso seus termos não sejam cumpridos.

Para Mendonça (2015), a computação em nuvem cria a ilusão da disponibilidade de recursos infinitos e acessíveis sob demanda, além de não ter necessidade de provisionar recursos antecipadamente, bem como oferecer elasticidade, permitindo que as empresas usem o recurso de acordo com a necessidade, aumentando e diminuindo a capacidade computacional de forma dinâmica.

Além das características essenciais, a NIST ainda define os modelos de serviços oferecidos pela nuvem (IaaS, PaaS e SaaS) e também os tipos de implementação (Público, privado, híbrido e comunitário) como é demonstrado na figura 7 (MENDONÇA, 2015).

Figura 7 - Visualização do modelo de computação em nuvem de acordo com as definições da NIST



FONTE: Mendonça (2015)

A Computação em Nuvem envolve um conjunto de serviços de naturezas distintas e por conta disso, é importante organizar e classificar esses serviços tendo como base as suas características. Na literatura, os dois mecanismos de classificação mais utilizados referem-se aos tipos de serviços oferecidos e a maneira como a Computação em Nuvem é disponibilizada ao usuário final.

Portanto, o tópico 3.3 será destinado a classificar os tipos de serviços quanto ao grau de compartilhamento (ou tipos de implementação) e o tópico 3.4 será destinado a classificar os tipos de serviço quanto ao modelo de prestação desses serviços.

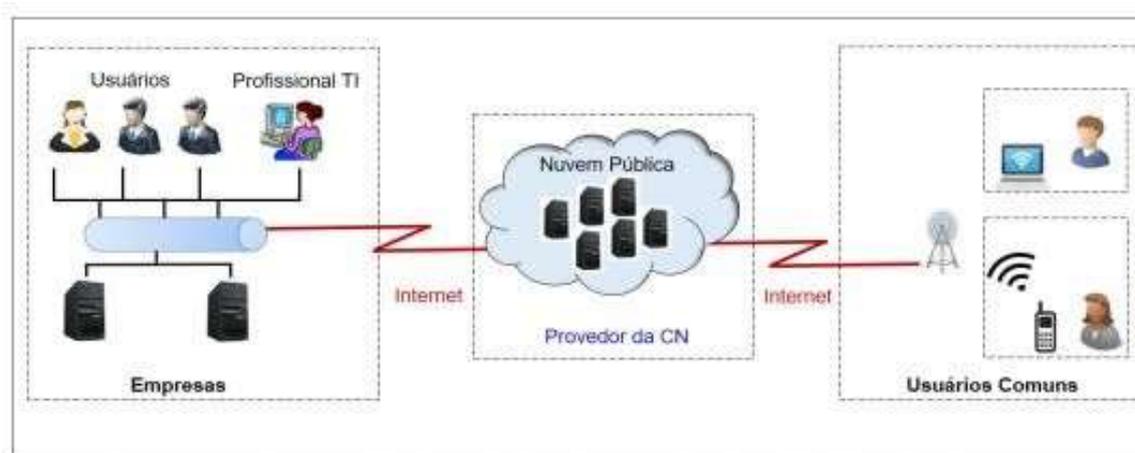
3.3 Grau de Compartilhamento

A forma como a computação em nuvem é disponibilizada é classificada da seguinte forma (ROBERTO, 2014; RAMALHO, 2012):

Nuvens públicas. São centros de dados virtualizados, fora do firewall da empresa. Geralmente o provedor de serviço os disponibiliza para a empresa sob demanda por meio de conexão com a internet. Para Ramalho (2012), desse modelo de negócio surge o conceito de computação em nuvem como utilidade, que seria uma forma de entregar serviços de TI no mesmo modelo de negócio que se oferece serviços de energia elétrica, água e telefone por exemplo.

De acordo com Veras (2012) o modelo de nuvem pública é oferecido por grandes grupos industriais que possuem grande capacidade de processamento e armazenamento. A figura 8 demonstra um modelo de nuvem pública:

Figura 8 - Modelo de uma Nuvem Pública



FONTE: Pedro (2018)

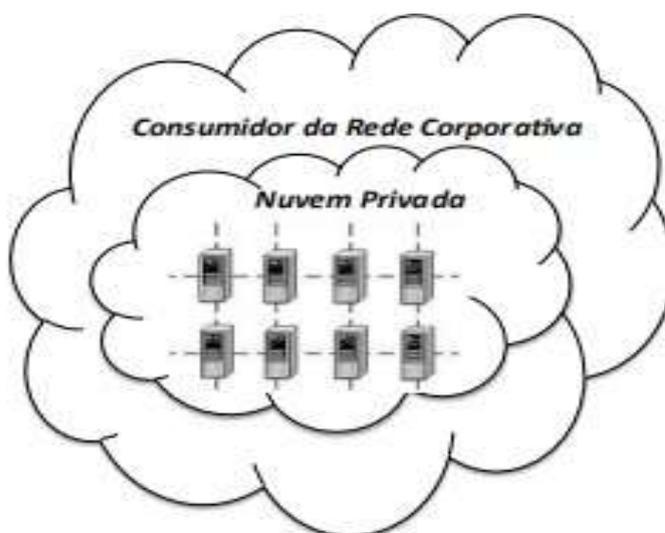
Para Mendonça (2015), a nuvem pública é um *Datacenter* de *Hardware* e *Software*, como o Google e Amazon, onde os dados são expostos para companhias e consumidores via internet. A nuvem pública é compartilhada por várias entidades e possui como benefício associado a escalabilidade.

Nuvens Privadas - são os centros de dados oferecidos dentro do firewall da empresa. Pode ser um espaço virtualizado dedicado exclusivamente para determinada empresa, dentro do parque computacional do provedor de *Cloud*

Computing. Para Ramalho (2012), o modelo tradicional de TI previa alocação de recursos dedicados para cada unidade de negócios e isso acabava gerando subaproveitamento de recursos. Por conta disso, as empresas investiram em técnicas como a virtualização para reduzir os custos das operações de TI, dando origem as nuvens privadas.

De acordo com Veras (2012) e Mendonça (2015), a nuvem privada possui dois tipos básicos, a nuvem privada local ou hospedada pela própria empresa e a nuvem privada terceirizada, que é hospedada em um provedor de serviços. A figura 9 mostra o tipo de nuvem privada hospedada localmente pela organização:

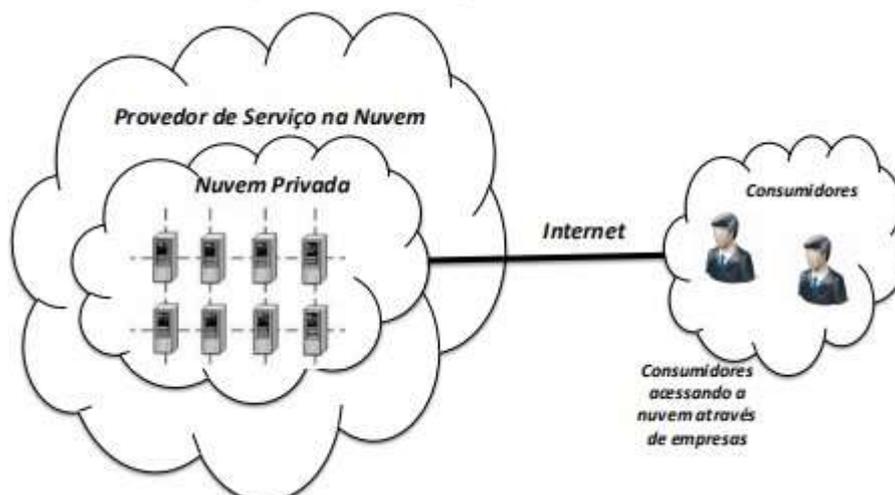
Figura 9 - Nuvem Privada local



FONTE: Mendonça (2015)

Para Mendonça (2015), a nuvem privada hospedada localmente pela empresa é mais indicada para situações em que existe um aspecto organizacional que exige uma certa conformidade (*compliance*) e variados tipos de controle específico. A figura 10 mostra o modelo de nuvem privada.

Figura 10 – Modelo de nuvem privada terceirizada



FONTE: Mendonça (2015)

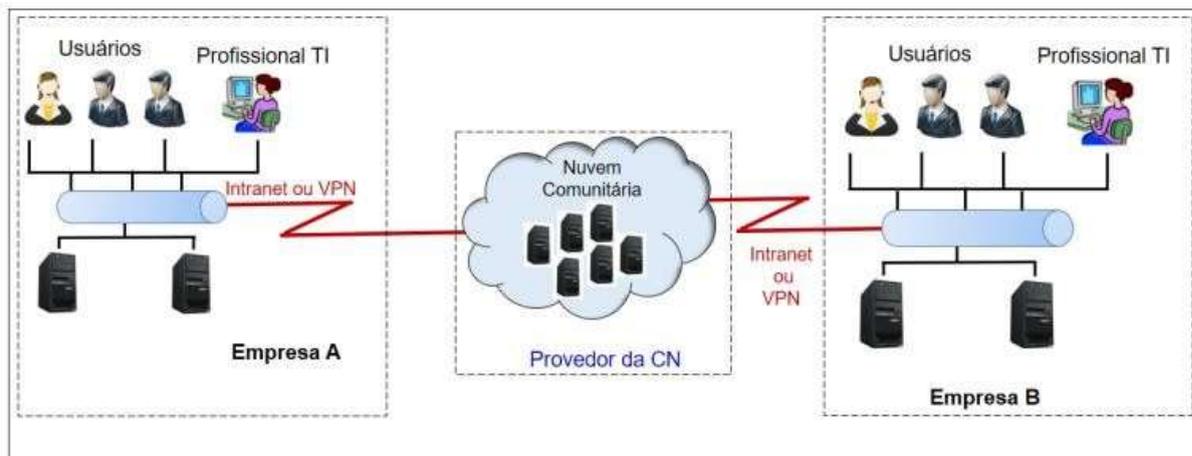
A nuvem privada terceirizada é uma aplicação que atende tipos variados de aplicações e necessidades, além de aplicações de missão crítica que não podem sofrer interrupções.

Nuvem Comunitária - quando diversas organizações compartilham os mesmos recursos de uma infraestrutura de computação em nuvem. De acordo com Mendonça (2015), geralmente essa infraestrutura de nuvem é compartilhada por empresas que partilham do mesmo interesse (por exemplo, a missão, os requisitos de segurança, políticas de conformidade, entre outros).

Assim como a nuvem privada, a nuvem comunitária pode ser administrada tanto pelas organizações como por terceiros e pode existir em um ambiente local ou fora do ambiente organizacional (MENDONÇA, 2015).

Como explica Pedro (2018), os custos de uma nuvem comunitária podem ser compartilhados entre as organizações que fazem o uso dos recursos dessa comunidade, gerando assim uma capacidade efetiva de diminuir custos. A figura 11 demonstra o modelo de nuvem comunitária:

Figura 11 - Nuvem Comunitária



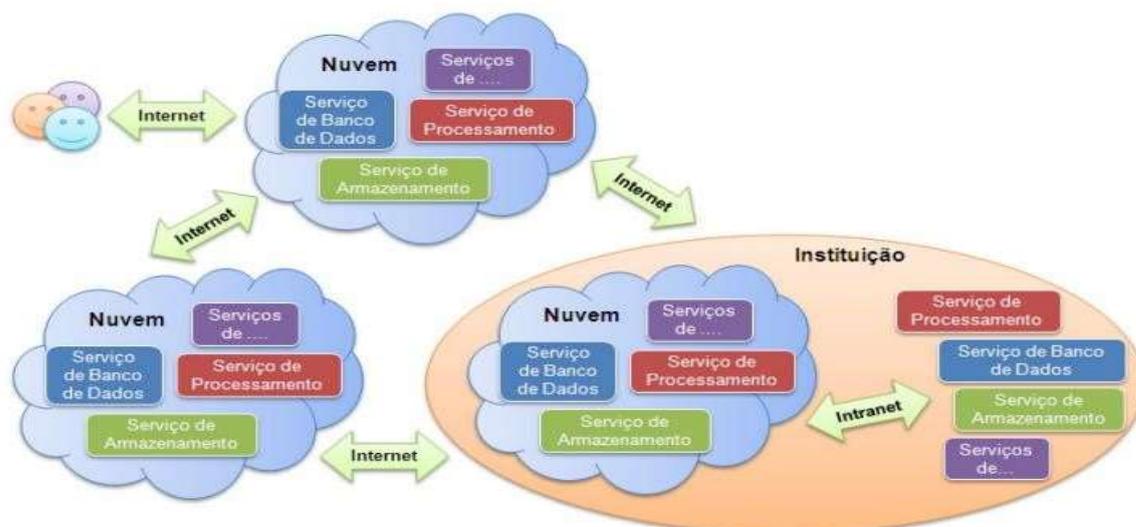
FONTE: Pedro (2018)

De acordo com Ramalho (2012), o modelo de Nuvem Comunitária é muito interessante para Pequenas e Médias Empresas (PME), já que as entidades podem contribuir com suas respectivas parcelas de capital para possuir a infraestrutura geral da nuvem comunitária.

Nuvem Híbrida – esse modelo de infraestrutura de nuvem é composto por duas ou mais infraestruturas de nuvem distintas, podendo ser elas do modelo de nuvem pública, privada ou comunitária (PEDRO, 2018). Para Ramalho (2012), mesmo existindo duas ou mais infraestruturas na Nuvem Híbrida, elas continuam se comportando como únicas, mas são interligadas por tecnologias proprietárias ou padronizadas que permitem a portabilidade de dados e aplicações.

No modelo de Nuvem Híbrida o usuário terceiriza os serviços não críticos para um provedor de nuvem no modelo de Nuvem pública, mas mantém seus serviços e dados estratégicos em uma solução privada sob seu controle. Por meio disso, a empresa pode reduzir custos com a terceirização de serviços que não compõem sua estratégia de negócio e ainda possuir um nível de segurança e privacidade sobre seus dados críticos (RAMALHO,2012). A figura 12, mostra o modelo de nuvem híbrida:

Figura 12 - Modelo de Nuvem híbrida



FONTE: Borges et al (20--)

A principal limitação desse modelo é a dificuldade em criar e administrar uma solução efetiva desse porte. Serviços de diferentes fontes devem ser obtidos e disponibilizados como se fosse de uma fonte única, e essa interação entre os componentes públicos e privados torna a implementação ainda mais complicada (BORGES *et al*, 20--).

A figura 13 a seguir mostra um quadro com um resumo dos modelos de Nuvem privada, Nuvem pública, Nuvem Híbrida e Nuvem Comunitária, além de mostrar onde pode ser hospedada a infraestrutura, os tipos de proprietários, meios de acesso e tipos de usuários de cada modelo:

Figura 13 - Resumo dos Modelos de entrega da computação em nuvem



FONTE: Pedro (2018)

Para Pedro (2018), os modelos de entrega de nuvem pública e privada possuem benefícios comuns e únicos, dependendo do seu propósito. A figura 14 abaixo mostra os benefícios compartilhados e exclusivos de cada modelo:

Figura 14 - Benefícios exclusivos e compartilhados dos modelos de Nuvem pública e privada

Pública e Privada	Exclusivo Pública	Exclusivo Privada
<ul style="list-style-type: none"> • Alta Eficiência • Alta Disponibilidade • Elasticidade • Rápida Implementação 	<ul style="list-style-type: none"> • Custos Iniciais Baixos • Economia de Escala • Simplicidade para Gerenciamento • Pagamento como Despesas Operacionais 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior controle de segurança, conformidade e qualidade de serviço • Mais fácil integração • Custos totais mais baixos • Despesas de capital (depreciação incluída) e despesas operacionais

FONTE: Mendonça (2015)

De acordo com Veras (2012) os benefícios obtidos com a migração para nuvem pública e para a privada são, respectivamente, uma redução no custo total de propriedade (são todos aqueles envolvidos no ciclo de vida de um determinado ativo), recuperação de desastres e melhor disponibilidade, já para nuvem privada seria uma melhora na disponibilidade, a recuperação de desastres e o uso dos recursos de TI.

3.4 Modelo de prestação de serviços

O modelo conceitual de tipos de serviço que é frequentemente encontrado na literatura é composto por três camadas, são elas: *Software* como serviço ou em inglês *Software as a Service (SaaS)*, Plataforma como serviço ou em inglês *Platform as a Service (PaaS)*, e Infraestrutura como serviço ou em inglês *Infrastructure as a service (IaaS)* (BORGES *et al.*, 20--). De acordo com Mendonça (2015), esses modelos também são conhecidos como “Modelos SPI”, significando Software, Plataforma e Infraestrutura (como um Serviço), respectivamente.

Para entender melhor os modelos de prestação de serviços é interessante identificar os papéis desempenhados por cada tipo de serviço dentro do contexto da Computação em Nuvem. Para Borges *et al* (20--, p. 20): “A definição de responsabilidades, acesso e perfil de cada usuário envolvido em uma solução de

3.4.1 Software como Serviço (SaaS)

Diz respeito a camada mais externa, e é composta por aplicativos que são executados no ambiente da nuvem. Podem ser aplicações completas ou conjunto de aplicações com uso regulado por modelos de negócios que permitem customização (BORGES et al., 20--).

Os sistemas de software devem estar disponíveis na internet através de um navegador de internet, por conta disso, o serviço fica acessível em diversos dispositivos de usuários. Logo, novos recursos podem ser adicionados aos sistemas de forma transparente aos usuários, tornando assim a manutenção e evolução dos sistemas uma tarefa bem mais simples (BORGES et al., 20--).

O autor Sousa *et al.* (2009, p. 7) corrobora com a definição de SaaS e também mostra um benefício da utilização desse tipo de modelo de prestação de serviço:

O modelo de SaaS proporciona sistemas de software com propósitos específicos que estão disponíveis para os usuários através da Internet. Os sistemas de software são acessíveis a partir de vários dispositivos do usuário por meio de uma interface *thin client* como um navegador Web. No SaaS, o usuário não administra ou controla a infraestrutura subjacente, incluindo rede, servidores, sistemas operacionais, armazenamento ou mesmo as características individuais da aplicação, exceto configurações específicas. Com isso, os desenvolvedores se concentram em inovação e não na infraestrutura, levando ao desenvolvimento rápido de sistemas de software.

No Software como Serviço (SaaS) as aplicações utilizam diversos modelos de cobrança, dentre eles: o modelo de cobrança mensal, no qual o usuário paga uma mensalidade pela utilização do software; e um por número de usuários. Para os dois modelos de cobrança, o gasto final é geralmente menor que desenvolver e manter um software localmente.

Para Lima (2014, p. 23), alguns exemplos de SaaS são:

[...]o Dropbox DRAGO et al. (2012), um sistema de armazenamento e compartilhamento de arquivos; o já mencionado Google Apps for Business HERRICK (2009), um pacote de software que inclui e-mail, criação de documentos como textos e apresentações e compartilhamento de arquivos; redes sociais como Facebook, que permitem o compartilhamento de mensagens, imagens e vídeos; serviços de streaming, que incluem o Grooveshark e Netflix

Para Veras (2012), o SaaS é uma espécie de evolução de outro conceito chamado *Application Service Providers* (ASPs), que forneciam aplicativos totalmente empacotados e prontos para os usuários finais por meio da internet. Todavia, era mais visível as semelhanças desse conceito com os aplicativos padrões (instalados localmente), como licenciamento e arquitetura, do que com a proposta dos novos aplicativos baseado em SaaS. Os aplicativos *on premise* foram originalmente construídos para serem de inquilino único; sua capacidade de compartilhar dados e processos com outros aplicativos é limitada e oferece poucos benefícios econômicos em relação aos seus similares instalados no local.

Algo importante e que deve ser levado em consideração é o processo de migração das aplicações que rodam em uma infraestrutura local e própria para uma nuvem pública. Existem vários aspectos a serem considerados para fazer uma integração entre uma nuvem pública e um datacenter corporativo. De acordo com Veras (2012), existem 5 desafios nessa interligação:

- a) As organizações precisam ser capazes de carregar dados rapidamente para permitir que as aplicações em nuvem não operem com tempos de respostas muito altos.
- b) Os dados precisam ser mantidos sincronizados seguidamente em tempo real.
- c) Os processos precisam ser totalmente integrados, mesmo que dependam de aplicações que rodam na nuvem pública e no datacenter privado.
- d) As contas de usuários e tipos de privilégios de acesso precisam ser monitorados e gerenciadas.
- e) Informações sensíveis devem permanecer seguros e protegidos no novo ambiente híbridos.

Esse tipo de cuidado deve ser tomado principalmente por aquelas empresas que desejam aproveitar os benefícios dos serviços oferecidos pela Computação em Nuvem, mas ainda possuem softwares legado em produção.

3.4.2 Plataforma como Serviço (PaaS)

É composta por hardware virtual disponibilizado como serviço. Oferece tipos específicos como sistemas operacionais, banco de dados, serviços de mensagens, serviços de armazenamento de dados, entre outros (BORGES et al., 20-

-). No entanto, o consumidor não gerencia ou controla a infraestrutura adjacente na nuvem, incluindo rede, servidores, sistemas operacionais, ou armazenamento, mas tem controle sobre aplicações implementadas e as configurações das aplicações de servidores Web (MENDONÇA, 2015).

Uma PaaS fornece ambiente de desenvolvimento de software e facilita a implantação de aplicações sem a complexidade e custos relativo à compra e gerenciamento do hardware e do software (BORGES et al., 20--). O PaaS trabalha em cima da IaaS acrescentando uma camada de integração com frameworks de desenvolvimento de aplicativos, recursos middleware e funções como banco de dados, mensagens e filas, que dá possibilidade para os desenvolvedores desenvolverem aplicações e hospedarem na plataforma (MENDONÇA, 2015).

De acordo com Veras (2012, p. 150):

PaaS tem a ver com utilizar uma plataforma de desenvolvimento de terceiros. Na plataforma ofertada rodam os aplicativos e se armazenam os dados. A grande diferença em relação a um modelo convencional de terceirização é que a plataforma roda em *DATACENTERS* de provedores externos como a *Microsoft* com seu *Windows Azure* e é acessada via Internet. Os desenvolvedores estão do outro lado da rede.

Um exemplo de PaaS é o *Google App Engine* ou GAE, que fornece ao desenvolvedor uma plataforma voltada para aplicações Web. O funcionamento do GAE é descrito por Lima (2014, p. 24):

Cada aplicação web é executada em um sandbox, um ambiente que restringe o acesso da aplicação a funcionalidades como acesso a arquivos, limitando-a a utilizar requisições HTTP para páginas presentes na Web, na própria aplicação ou no GAE. Para utilizar outros serviços, como armazenamento de dados, e-mail, XMPP e outros, deve-se utilizar as APIs fornecidas pelo serviço, que por sua vez se encarrega de alocar recursos e distribuir as várias partes da aplicação de forma transparente, garantindo sua escalabilidade. O usuário é cobrado pelos recursos que utiliza do serviço.

Quanto ao modelo de cobrança do GAE, cada parte da aplicação é monitorada, desde o acesso a sua datastore (chamada de *BigTable*), que contabiliza números de leitura e escrita, requisições HTTP para serviços externos e *loggings*. Porém, usuário não tem controle sobre a quantidade de recursos utilizados numa aplicação GAE podendo apenas indicar um valor máximo que deseja investir no serviço, e o mesmo tem autonomia para ditar quantas instancias serão necessárias e qual será a forma de balanceamento de carga utilizada, por exemplo (LIMA, 2014).

De acordo com Google (2020) em um vídeo apresentando o serviço no Youtube:

Escreva seu código em uma das linguagens suportadas (*Java, PHP, Python, Ruby, GO e NodeJS*) ou execute um container customizado com frameworks e linguagens de sua escolha. Quando o código estiver pronto, rode o comando *gcloud app deploy*. O *App Engine* tomará conta de fazer o *uploading* do seu código e executá-lo no *Google Cloud*. Ele irá dimensionar perfeitamente de zero a milhões de solicitações à medida que seu aplicativo se torna popular, e você só paga pelo que você usa [...] *App Engine* funciona como um ótimo *backend* para aplicativos móveis, APIs, *websites* e muito mais

Para Ramalho (2012), no modelo de Infraestrutura como serviço (será descrito futuramente nesse trabalho) os desenvolvedores precisam se preocupar com instalar e configurar detalhes do sistema operacional que suportará a aplicação desenvolvida. No modelo PaaS, os desenvolvedores podem se concentrar apenas na tarefa de desenvolver o software, já que detalhes referentes ao sistema operacional são irrelevantes. O foco acaba sendo a inovação, em vez de uma infraestrutura complexa e as organizações podem direcionar os investimentos para aplicações que possam trazer valor real para o negócio.

De acordo com Mendonça (2015), o modelo de serviço PaaS é um dos menos conhecidos, por meio dele é possível desenvolver softwares para rodar nas estruturas do provedor de nuvem. Inicialmente esse modelo foi disponibilizado para nuvens públicas, mas já existem utilizações em nuvens privadas.

De forma geral, os PaaS podem ser compostos de middlewares específicos e de um serviço de gerenciamento que é responsável por provisionar este middleware em uma infraestrutura física ou virtual (LIMA, 2014).

3.4.3 Infraestrutura como Serviço (IaaS)

Infraestrutura como serviço é a capacidade do provedor de *cloud fornecer* uma infraestrutura de processamento e armazenando de forma transparente para o cliente, geralmente esse cliente é uma organização. Esses clientes não têm controle sobre a estrutura física, mas, por meio da virtualização, possuem controle das máquinas virtuais, armazenamento, aplicativos instalados e possivelmente um controle limita de recurso de rede (VERAS, 2012). O IaaS é a camada base para os

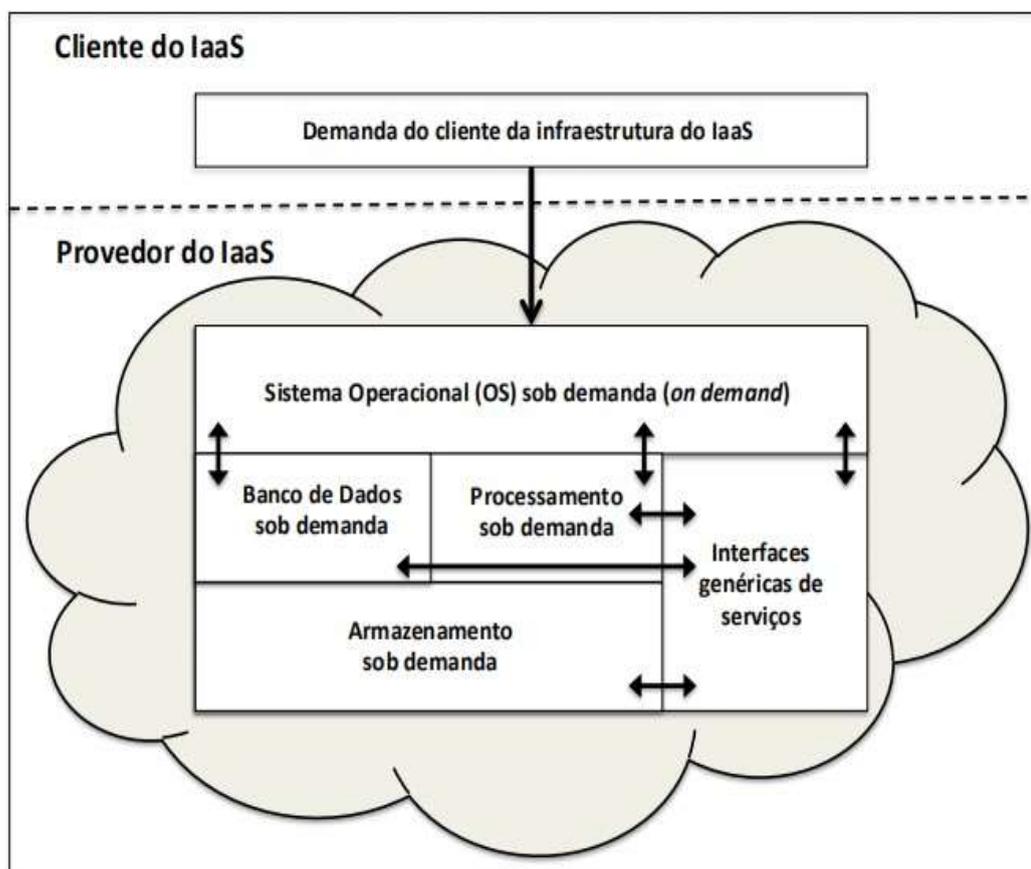
outros serviços descritos anteriormente, que são, portanto, dependentes diretamente dessa camada (MELO, 2014).

Para Sousa *et al* (2009), o IaaS possui algumas características, tais como uma interface única para administrar a infraestrutura, *Application Programming Interface*(APIs) para interação com hosts, switches, balanceadores de carga, roteadores e também o suporte para adição de novos equipamentos de forma simples e transparente. Como já mencionado acima, o usuário não precisa se preocupar com administrar ou controlar essa infraestrutura da nuvem, mas tem controle sobre os sistemas operacionais, armazenamento e aplicativos implantados.

De acordo com Sousa *et al.* (2009), o termo IaaS descreve uma infraestrutura computacional baseada na virtualização, esses recursos podem escalar dinamicamente, aumentando ou diminuindo de acordo com as necessidades das aplicações. Do ponto de vista de economia e aproveitamento da infraestrutura legada, ao invés de comprar novos servidores e equipamentos de rede para ampliação de serviços, pode-se aproveitar os recursos disponíveis e apenas adicionar novos servidores virtuais à o que já se tem de forma dinâmica.

Nesse modelo de prestação de serviço, as empresas provedoras alugam recursos computacionais para clientes a um custo de utilização estabelecido pelo tempo de uso. Com isso, uma empresa que está começando suas atividades não necessitaria de altos investimentos de capital na aquisição de equipamentos de TI. O que o IaaS oferece é a possibilidade de alugar esses recursos de um provedor, só pagar pelo uso e realizar a alocação de recursos de acordo com a demanda (RAMALHO, 2012). A figura 17 abaixo representa a estrutura do IaaS.

Figura 17 - Representação do modelo IaaS



FONTE: Mendonça (2015)

Como pode ser visto na imagem acima, todos os componentes da infraestrutura estão interligados e são oferecidos sob demanda.

De acordo com Lima (2014), os serviços oferecidos pelos provedores de IaaS, ainda podem ser divididos em 4 categorias: processamento, armazenamento, rede virtual, e serviços específicos. O Serviço de processamento é a base de todos os serviços de IaaS. O serviço de processamento permite o gerenciamento, cópia, monitoramento e provisionamento de servidores virtuais. O provedor oferece os servidores em diferentes tamanhos, dependendo da quantidade de processadores, memória RAM e capacidade de armazenamento. Grande parte dos provedores de nuvem oferecem serviços de poder computacional, a *Amazon Web Services (AWS)* é um exemplo de serviço na categoria de processamento.

A segunda categoria de serviço IaaS está relacionada com o armazenamento de dados. Geralmente, é oferecida de duas formas distintas: como um serviço de gerenciamento de blocos virtuais, como o *AWS Elastic Block Store*; ou

um serviço de armazenamento chave-valor, como *AWS Simple Storage Service (S3)*. O primeiro é utilizado como disco rígido para aumentar a capacidade de máquinas virtuais, já o segundo pode ser utilizado para armazenamento de imagens ou diretamente por aplicações distribuídas, sob a forma de banco de dados não relacional (LIMA, 2014).

Os provedores de IaaS, também disponibilizam redes virtuais, como por exemplo o serviço *Amazon Virtual Private Cloud* e o *Openstack Neutron*. Nesses softwares é possível emular redes virtuais, como roteadores, switches que atuam na cada de rede, dispositivos de firewall e outros. Por meio desses softwares é possível dividir a infraestrutura em várias camadas. Como é o caso de separar servidores de aplicação do banco de dados em camadas distintas (LIMA, 2014).

3.5 Vantagens e desafios da adoção da computação em nuvem

Como qualquer tecnologia, a Computação em nuvem pode oferecer benefícios aqueles que a utilizam, mas também sua infraestrutura possui limitações.

O tópico a seguir tem como objetivo buscar entender quais pontos a literatura apresenta como desafios, benefícios e limitações envolvidos na utilização de serviços de Computação em Nuvem.

3.5.1 Vantagens

De acordo com Ramalho (2012), apesar do apelo econômico da Computação em Nuvem estar geralmente ligado a conversão de Custos de Capital em Custos Operacionais, o que é mais refletido como benefício da Computação em Nuvem é seu modelo de entrega de serviço que baseia o pagamento apenas naquilo que foi utilizado.

A possibilidade de alocar recursos somente quando são necessários, também elimina a necessidade de adquirir equipamentos de TI de forma antecipada. Por conta disso, o capital que em outro momento estava alocado nesses equipamentos agora está livre para ser investido em outras atividades estratégicas da empresa. Roberto (2014), complementa ao afirmar que o processo para construção de uma infraestrutura própria é geralmente muito complexo, e a ideia de terceirizar essa infraestrutura utilizando serviços de Computação em Nuvem desafoga as

equipes de TI, e as mesmas acabam focando em projetos mais relacionados aos negócios e produtos finais da empresa. A figura 18, a seguir demonstra as etapas para construção de um datacenter no modelo de hospedagem local.

Figura 18 - Caminho para implantação de um *datacenter* na infraestrutura local própria



FONTE: Roberto (2014)

Para Ramalho (2012), um dos principais problemas econômicos de uma infraestrutura interna é o custo de capital, ou custo de oportunidade, já que os recursos são adquiridos antecipadamente e são colocados em uso por um período de dois ou três anos. Vieira (2017), complementa pontuando que existem custos relacionados a espaço físico, ar-condicionado, energia elétrica, limpeza, manutenção do ambiente físico, cabos de comunicação, segurança física do ambiente e colaboradores para manter o ambiente operacional de uma infraestrutura própria. Além disso os servidores são ativos cujo valor deprecia com o passar do tempo e esse investimento

em servidores e equipamentos acaba retendo um capital que poderia ser investido em outras áreas da empresa.

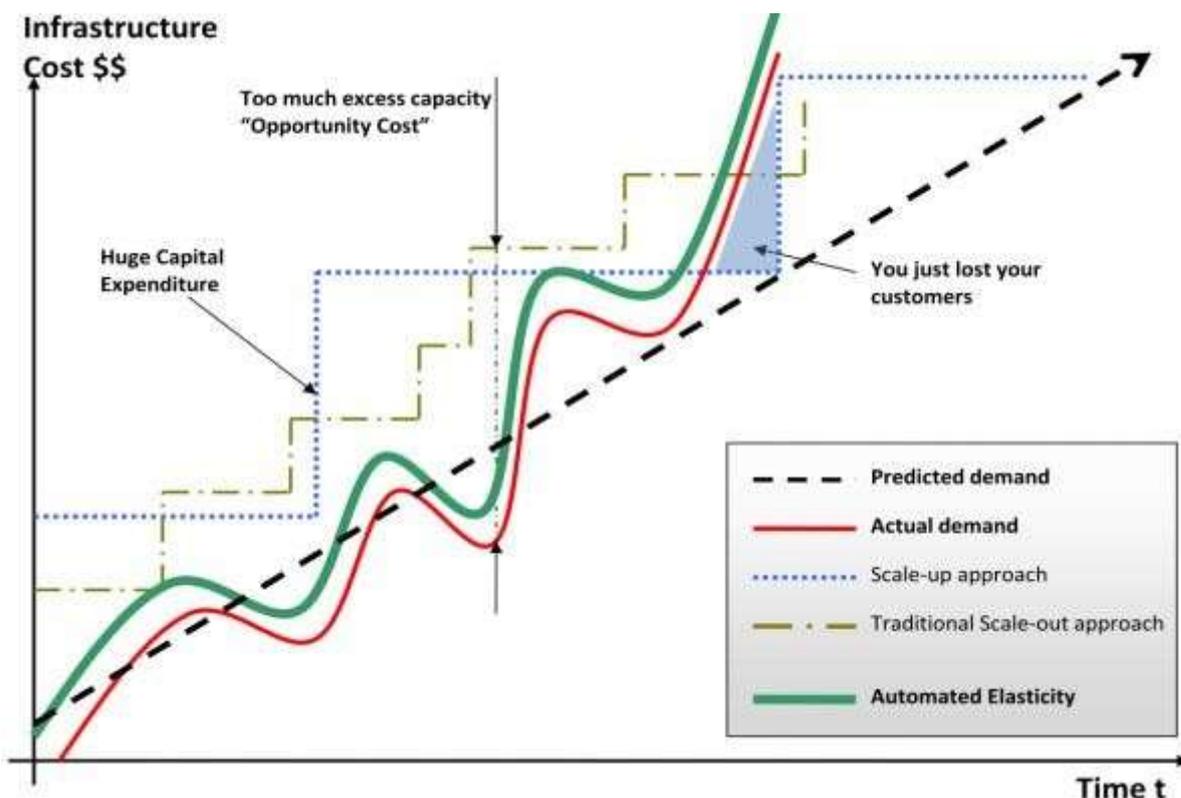
A capacidade de provisionar os recursos de acordo com a demanda, também é vista como benefício da utilização de Computação em Nuvem, já que permite uma flexibilidade e escalabilidade como afirma Vieira (2017, p. 35):

A capacidade de provisionar os recursos conforme a demanda proporciona flexibilidade e escalabilidade (GÉCZY et al., 2012) com agilidade, sendo que em muitos casos o provisionamento de recursos é automatizado (ZISSIS; LEKKAS, 2012; BIDGOLI, 2011) por meio de ferramentas interativas entre o usuário e a CN. Segundo Ye, Yang e Aranda (2013), um dos principais benefícios da CN é a capacidade de ser escalonável, ou seja, agregar grande quantidade de recursos computacionais físicos (máquinas) e os virtualizar em partes menores com a alocação dos recursos conforme o requerimento do usuário de uma forma dinâmica e modular (LAL; BHARADWAJ, 2016).

A flexibilidade fornecida pelo modelo permite que as aplicações adquiram recursos de forma de dinâmica, ou seja, caso ocorra algum pico de demanda elas consomem os mais recursos no intuito de suprir essas necessidades, ou os libera de acordo com a diminuição da demanda (ROBERTO, 2014).

De acordo com Roberto (2014), um ponto bastante interessante da flexibilidade oferecida pelo modelo é possibilidade de dimensionamento dinâmico, que pode acontecer de forma pró ativa, em que, com base na demanda projetada, um calendário é preenchido para alterar a infraestrutura ou de forma reativa, em que a própria infraestrutura reage a mudança de demanda e aumenta ou diminui os recursos.

Figura 19 - Elasticidade Automática de acordo com AWS (Amazon Web Services)



FONTE: Varia (2010, p. 8)

A figura (19) acima ilustra diferentes abordagens que uma arquitetura de nuvem pode assumir para escalar as demandas de uma aplicação para que fique de acordo com os recursos oferecidos (VARIA, 2010).

Por conta dessa elasticidade a Computação em Nuvem acaba ganhando outra vantagem frente a infraestrutura de hospedagem local própria, como afirma Roberto (2014, p. 37):

Os custos dos serviços de Cloud Computing estão ligados somente aos recursos que estão sendo utilizados ou ao número de usuários acessando o serviço, eliminando grande parte do investimento e de outras despesas iniciais de um novo projeto, o que torna o serviço atraente para empresas (GOELEVELN et al., 2011).

De acordo com Roberto (2014), se for utilizado serviços da AWS como exemplo, em um período de 3 anos o custo seria de 37 mil dólares totais, contra 185 mil dólares de uma infraestrutura de hospedagem própria.

3.5.2 Limitações e desafios

Para Veras (2012) projetos de adoção de Computação em Nuvem, como qualquer projeto, apresentam características conflitantes. Assim, todos os objetivos de um projeto de adoção de nuvem devem ser acompanhados do gerenciamento dos riscos associados.

De acordo com Roberto (2014), um dos problemas encontrados nos modelos de Computação em Nuvem está relacionado a interoperabilidade, que seria a capacidade de um sistema se comunicar com outros sistema de forma transparente. Isso se deve à falta de um padrão unificado entre diferentes fornecedores, dificultando a utilização de múltiplos serviços de Computação em Nuvem de forma unificada.

Trata-se da dificuldade de transportar aplicações e dados de um serviço de nuvem de um fornecedor para o serviço de nuvem de outro fornecedor, que possua um melhor preço, por exemplo.

Uma forma de exemplificar esse problema seria imaginar que um usuário quisesse migrar todo o conteúdo de seu perfil no MySpace para o Facebook sem redigitar nada manualmente (ROBERTO, 2014).

Outro ponto bastante abordado e analisado é questão da segurança no ambiente de Computação em Nuvem. Para Borges *et al* (20--) pelo fato da Computação em Nuvem ser um modelo que utiliza a *Internet* para disponibilizar seus serviços, isso acaba tornando tudo mais complexo, visto que os recursos computacionais utilizam diferentes domínios de rede, sistemas operacionais, software, criptografia, políticas de segurança, entre outros. Questões de segurança devem ser consideradas para prover a autenticidade, confidencialidade e integridade. No que se refere à confiabilidade e responsabilidade, o provedor deve fornecer recursos confiáveis, especialmente se a computação a ser realizada é crítica e deve haver uma delimitação uma responsabilidade entre provedor e o usuário.

Para Roberto (2014), a segurança em ambientes de Computação em Nuvem tem o mesmo objetivo que em ambientes tradicionais, sendo eles: confidencialidade, integridade, disponibilidade, autenticidade e prestação de contas. Cada modelo de entrega tem características específicas no que se refere a segurança. No modelo IaaS, o usuário tem a alta flexibilidade, e, portanto é responsável por gerenciar sua segurança; No modelo PaaS, o usuário tem uma flexibilidade média e acaba dividindo com o fornecedor a responsabilidade pela segurança; No modelo

SaaS, o usuário tem baixa flexibilidade e o fornecedor tem total responsabilidade pela segurança. De acordo com Pedro (2018, p. 73): “Apesar da CN (Computação em Nuvem) ser um ambiente confiável, no caso de um ataque de hackers, uma enorme quantidade de dados estará disponível para aqueles que querem cometer atos ilícitos.”

Se tratando de segurança de dados, Millian (2014) pontua que geralmente, o cliente permite acesso direto do fornecedor aos seus dados sem saber exatamente como esse fornecedor irá protegê-lo e quais serão os procedimentos de backup e recuperação de desastres executados. Acordos de Nível de Serviço (SLAs) podem ser usados para indicar os níveis exatos de segurança de dados que devem ser mantidos. Isso é ainda mais grave se tratando de SaaS onde grande parte dos clientes, não tem muita experiência para indicar níveis exatos de acordos na aquisição do software como serviço.

Nesse sentido Roberto (2014) completa pontuando, que usuários corporativos de Computação em Nuvem devem ter em mente que os seus fornecedores de serviço devem possuir rígidos protocolos de acesso físico, política de segurança, softwares básicos e pessoal especializado e dedicado para evitar ataques. Sendo assim, a empresa que deseja utilizar este tipo de serviço precisa verificar quais as políticas de segurança do provedor de serviço de Cloud.

4 TRABALHOS RELACIONADOS

Este capítulo será responsável por apresentar alguns trabalhos acadêmicos relacionados ao que foi proposto pelo desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso. Que são:

a) A Computação em Nuvem como alternativa para terceirização de serviços e infraestrutura de TI. PEDRO, Júlio (2018)

Nesse trabalho Pedro (2018), reforça a importância da Tecnologia da Informação (TI) e a coloca como recurso chave para suportar o modelo de negócio das empresas que implementam. Nesse sentido, o pesquisador entende o crescimento dos processos de terceirização de recursos de TI e um fenômeno relativamente recente da popularização da Computação em Nuvem como uma alternativa para as empresas garantirem recursos de TI de forma terceirizada e com diferentes modelos de serviços e entregas.

Em sua pesquisa Pedro (2018), buscou identificar e analisar os modelos de terceirização de infraestrutura de TI por meio de serviços de Computação em Nuvem que atuam no território brasileiro, bem como entender os motivos que fundamentaram as escolhas das empresas por determinado tipo de serviços em nuvem. Para tal, o autor realizou uma pesquisa exploratória-descritiva com 156 empresas de diversos setores da economia.

O autor concluiu em sua pesquisa que os principais fatores que levam as empresas a adotarem serviços de Computação em Nuvem são a flexibilidade na alocação de recursos sob demanda e o uso de novas tecnologias, além de uma redução de custos. No que diz respeito aos modelos de serviços mais adotados nas empresas estão a hospedagem de servidores, forças de vendas, hospedagem de armazenamento de dados, edição de textos planilhas e apresentações.

b) Método de análise para adoção de Computação em Nuvem: Estudo de casos em organizações de grande porte. MILLIAN, Eduardo Zied (2014)

Em seu trabalho Millian (2014) reforça o potencial da Computação em Nuvem de garantir uma economia, facilidade de uso e maior flexibilidade por meio de seus modelos de serviço. Além disso, o autor reforça a proposta de valor dos modelos de Computação em nuvem que é a de não subutilizar recursos computacionais por conta de um modelo de entrega de serviço baseado na utilização.

O principal objetivo do trabalho de Millian (2014) é entender o processo de tomada de decisão para aquisição, contratação e operação dos serviços de Computação em Nuvem em organizações de grande porte do Brasil. Para isso, foi elaborado um método de análise para adoção de Computação em Nuvem a partir de elementos extraídos da literatura. O autor utilizou a metodologia de estudo de casos múltiplos para aplicar o método de análise em quatro organizações, onde foram entrevistados os principais executivos da área de Tecnologia da Informação (TI) capazes de influenciar diretamente nas decisões de adoção ou aprofundamento da adoção da nuvem.

O autor obteve como resultado, que mapear os fatores associados à adoção facilitam o processo de decisão através da melhoria da compreensão dos mesmos, isso permite que a empresa melhore a estruturação do processo de aprovação e de adoção propriamente dito. Além disso, o autor concluiu através de observações a contribuição da adoção de nuvem para alinhamento estratégico da TI ao negócio.

4.1 Análise dos Trabalhos Relacionados

É interessante frisar os pontos onde os trabalhos acadêmicos relacionados e apresentados acima se diferem, e se assemelham ao presente trabalho.

Dentre os aspectos em comum pode-se citar o entendimento da importância da Tecnologia da Informação (TI), para as empresas e a possibilidade de obter recursos de TI sob medida por meio de serviços de Computação em Nuvem. Os trabalhos entendem que modelos de serviço em Nuvem vem crescendo sua popularidade mais e mais, e por conta disso, acabam figurando como uma oportunidade para empresas que querem aumentar a flexibilidade na alocação de recursos sob demanda, uso de novas tecnologias e uma redução de custos.

Os trabalhos relacionados se assemelham já que ambos buscam entender os fatores elencados como importantes para aquisição, contratação e operação dos serviços de Computação em Nuvem. O trabalho de Pedro (2018) tem foco maior em entender por qual motivo as empresas estudadas adotaram determinado serviços de nuvem, bem como entender os modelos de terceirização de recursos computacionais. Já o trabalho de Milian (2014) busca entender justamente qual foi o processo de

tomada de decisão para a aquisição de serviços de nuvem por meio de um método de análise desenvolvido pelo autor baseado em elementos da literatura.

O presente trabalho se difere dos trabalhos mostrados acima por analisar um contexto onde os serviços de computação em nuvem já estão implementados, e, busca-se entender quais os impactos nos custos foram percebidos pelos gestores de TI da empresa estudada. O presente trabalho também trouxe o entendimento acerca dos fatores atrelados a custos para investimento em infraestrutura local, que são essenciais para entender em quais pontos a utilização de serviços de Computação em Nuvem ao invés de uma infraestrutura local é vantajosa.

5 ESTUDO DE CASO: SETOR DE TI DA XPTO ENSINO

O presente capítulo é responsável por apresentar o contexto de utilização dos serviços de computação em nuvem e analisar os dados colhidos nas entrevistas realizadas com o Gestor de Inovação e Tecnologia e o Coordenador de Infraestrutura e Segurança da empresa XPTO Ensino. Ele será dividido em uma seção 6.1, que irá detalhar como a nuvem é utilizada na empresa, e uma seção 6.2, que irá analisar os impactos gerados nos custos pela utilização de serviços de nuvem dentro da empresa.

As perguntas realizadas e suas respectivas respostas estão sintetizadas em um quadro nos apêndices A do trabalho.

5.1 Computação em Nuvem na XPTO Ensino

A XPTO Ensino passou a adotar nuvem por volta de 4 anos atrás, com a contratação de um serviço IaaS de *storage Azure da Microsoft com 1 Terabyte* para backup de suas aplicações alocadas em um conjunto de 5 servidores locais, esse sistema de backup possui uma retenção de uma semana, ou seja, a cada semana o backup mais antigo é deletado para dar lugar para o mais novo. A ideia para adoção desse primeiro serviço era garantir a segurança dos backups, já que, de acordo com o Coordenador de Infraestrutura e Segurança é necessário sempre pensar no pior cenário possível e caso ocorra algum desastre que leve a danificação dos servidores locais, os dados gerados pelas aplicações estão seguros na nuvem.

Por volta de 2 meses atrás a empresa passou a adotar um serviço IaaS de máquinas virtuais também oferecido pela *Azure da Microsoft*, essa máquina virtual fica responsável por hospedar a aplicação XPTO Classroom e Virtual XPTO que foram recém implantadas na empresa. De acordo com os entrevistados, a ideia de hospedar essa aplicação na nuvem era garantir a disponibilidade desse serviço para os alunos, já que manter essa aplicação hospedada localmente estava resultando em indisponibilidade do serviço, como afirma o Coordenador de Infraestrutura e Segurança: “a gente perde os acessos externos dos alunos, por exemplo, a plataforma do Classroom [XPTO Classroom] se cair o link de internet ou o servidor cair, o pessoal fica sem acesso.”

5.2 Os custos de utilização dos serviços de nuvem na XPTO Ensino

Com o intuito de facilitar o entendimento dos resultados obtidos nas duas entrevistas realizadas, foi feita uma categorização dos temas mais presentes nas mesmas. Porém, uma tabela contendo uma síntese das respostas de cada entrevistado para as perguntas estará disponível em um quadro do Apêndice A deste trabalho.

A seguir são apresentadas as principais questões relacionadas a custo identificadas na instituição.

a) Disponibilidade

A disponibilidade foi um dos principais fatores para adoção de serviços de nuvem na XPTO Ensino. Isso está relacionado com a necessidade que os sistemas Virtual XPTO e XPTO Classroom possuem de estarem disponíveis a todo momento para os alunos e professores da universidade. Para isso, foi contratado um serviço de Máquina Virtual na *Azure* (serviço de nuvem da *Microsoft*). De acordo com os entrevistados, as aplicações hospedadas dentro da instituição podem sofrer com quedas de energia e quedas de internet. Com relação a quedas de energia, o Coordenador de Infraestrutura e Segurança da instituição relata que esse tipo de problema é ainda mais comum na região em que a empresa se encontra (estará disponível no Apêndice A do Trabalho).

Para o Gestor de Inovação e Tecnologia, os serviços de computação em nuvem podem ser uma forma de garantir uma alta disponibilidade e continuidade das aplicações justamente por não precisarem de um planejamento prévio que se preocupe com custos relacionados à energia, climatização, redundâncias de servidores, entre outros fatores associados a manutenção desse tipo de infraestrutura local.

Essa garantia de disponibilidade provida pela nuvem apesar de muito interessante, e ser basicamente, o principal motivo para utilização da nuvem na instituição, pode possuir um lado negativo de ter um custo mensal muito alto que se fosse somado ao longo de anos de utilização resultaria em um valor total que cobriria o custo de aquisição de um servidor local próprio que suporta uma carga de acesso maior. Em relação a isso, o Coordenador de Infraestrutura e Segurança e complementa afirma que: “A XPTO já trabalhou com serviço de nuvem há 5 ou 6 anos atrás e depois eles cancelaram por conta justamente do custo, porque foi visto que a

cada ano ficava um pouco mais inviável para eles “. O mesmo ainda relata que por conta desse alto custo mensal não seria interessante levar outras aplicações além do Virtual XPTO e XPTO Classroom para ambientes de nuvem.

Todavia, concluir que a utilização serviços de nuvem a longo prazo não é interessante se baseando apenas na comparação do valor de um servidor local no ato de aquisição desse equipamento, com o valor total de vários meses de utilização dos serviços de nuvem não é muito correto, como afirma o Gestor de Inovação e Tecnologia:

Não é tão linear assim, você tem que avaliar várias coisas. Em um servidor local, você tem por exemplo, prazo de garantia do servidor, manutenção do servidor, atualização de *firmware*, problemas que o *hardware* pode ter. Tudo isso são custos atrelados a um servidor físico, que podem superar o servidor na nuvem, mas isso é a longo prazo pra você saber, só usando pra saber.

Sendo assim, o serviço de Máquina Virtual utilizado é visto mais como um investimento, como complementa Gestor de Inovação e Tecnologia: “Não temos essa redução de custos, pelo contrário, temos um forte investimento, a pandemia nos fez ter um forte investimento e, só em longo prazo que será possível ver o retorno, se houver um”.

b) Infraestrutura Local:

Os serviços de nuvem foram adotados pela instituição para suportar as aplicações XPTO *Classroom* e Virtual XPTO, além de backups para as aplicações que estão hospedadas localmente em servidores da instituição. A infraestrutura local da XPTO é composta por 5 servidores rodando de 13 a 15 máquinas virtuais, além de *storages* com HDs de diversos tamanhos para armazenar backup das aplicações.

De acordo com o Gestor de Inovação e Tecnologia para se garantir estabilidade, continuidade e disponibilidade dos serviços em uma infraestrutura local, seria necessário se preocupar com questões relacionadas a redundância de servidores, redundância de energia, redundância de *links* de *internet*. O entrevistado continua relatando que o custo para se investir em uma solução local com servidores físicos é geralmente maior que o custo para se hospedar uma aplicação utilizando máquinas virtuais em nuvem, isso acontece por que os projetos de Tecnologia da Informação (TI), geralmente, não possuem uma forma de mensurar de forma precisa os custos totais de posse ou TCO (Total Cost Of Ownership, em inglês) que seria quanto custaria para manter aquele recurso adquirido, no caso dos servidores da

instituição os custos referentes a gastos de energia, refrigeração, funcionário pago para administrar o ambiente local, entre outros fatores, todos seriam custos atrelados a posse dos recurso e que acabam sendo altos.

Outro ponto atrelado a custo em uma infraestrutura local é o obsolescimento dos servidores que, por conta da tecnologia que vem evoluindo mais e mais, é bem provável que toda a infraestrutura própria adquirida para atender uma necessidade específica, dentro da instituição fique defasada em um período curto.

c) Flexibilidade:

A flexibilidade da nuvem está relacionada com a capacidade de o contratante adquirir ou liberar recursos do provedor. De acordo com o Coordenador de Infraestrutura e Segurança os serviços oferecidos pela *Azure* são bem dinâmicos e podem oscilar, portanto, caso seja necessário mais memória e processador para a máquina virtual, basta configurar no painel de recursos da plataforma. Para o Gestor de Inovação e Tecnologia isso é bem interessante porque os recursos podem ser alocados de acordo com uma demanda específica, como exemplificado por ele no trecho:

Por exemplo, se a gente vai fazer um evento estamos prevendo um aumento de acessos simultâneos ao nosso serviço. Nós nos preparamos com uma configuração de máquinas que atenda essa quantidade simultâneas e pico de necessidade de recursos. Passado esse período nós podemos reduzir o recurso para a quantidade normal

Em um outro momento da entrevista, o Gestor de Inovação e Tecnologia relata uma experiência que teve e que corrobora com a ideia da flexibilidade dos serviços de nuvem e a sua capacidade de impactar nos custos da empresa que faz seu uso, a seguir o trecho da entrevista:

[...] eu já trabalhei na Natura, em época de dia das mães e natal era a maior quantidade de acesso das consultoras no site de compras, então [...] a gente aumentava a quantidade de servidores de publicação na internet só nesse período para atender a demanda. Se fosse no físico a gente teria muitos servidores que ficariam subutilizados durante o ano. Aí você vê a diferença da economia né, você não precisa ter o tempo todo grandes configurações de servidores se você só vai utilizar somente em dois períodos do ano. Justamente nessa versatilidade da nuvem que você vê uma possibilidade de economia

Os serviços contratados pela XPTO do provedor Azure possuem uma baixa flexibilidade em relação a outros provedores. O serviço de máquina virtual, por

exemplo, só permite a alteração de configurações como processamento e memória em conjunto, ou seja, se houver a necessidade de aumentar apenas os recursos de processamento não será possível já que o recurso de memória deve ser aumentado também. Por conta disso o Gestor de Inovação e Tecnologia explica que está sendo estudado outros provedores de serviços em nuvem como Amazon, Google e Alibaba.

A possibilidade de migrar para outros servidores de nuvem é um fator atrelado a custos de acordo com o Gestor de Inovação e Tecnologia, justamente, pela possibilidade de mover as aplicações de um provedor com condições melhores, isso é exemplificado pelo entrevistado no seguinte trecho da entrevista:

Por exemplo, você tem uma conta na vivo e de repente sai uma promoção na Claro onde você vai ter o mesmo que você pagava, mas com outra banda, outros serviços, você contrata. Como você faria isso de forma física? É mais difícil. Ter um serviço na nuvem tem essa flexibilidade, se outro provedor tem um serviço mais barato e com menor custo, ou mais desempenho e mesmo custo, você tem como fazer um backup e levar sua máquina virtual para outro fornecedor, aí você tem uma economia.

A ideia de obter uma economia de custos a partir da característica de flexibilidade da nuvem é corroborada por Millian (2014), que afirma que existe um alto custo para troca de recursos em um modelo de infraestrutura local.

Contudo, a capacidade de oscilação dos serviços na nuvem também pode incorrer em custos mensais bem salgados se não forem bem administrados. Isso acontece porque os recursos são contratados até certa configuração que sustenta uma determinada carga de requisições, passando dessa capacidade o contratante paga pela utilização do recurso até onde for necessário. Para o Coordenador de Infraestrutura e Segurança é necessário ter um controle bem efetivo da utilização do recurso, caso contrário, o preço no final do mês seria altíssimo. Por conta desse risco, na instituição optou-se por não permitir a oscilação de forma automática, como relata o Coordenador de Infraestrutura e Segurança: “existe uma autorização para flutuar automaticamente, mas nos preocupamos com os custos disso então preferimos solicitar por orçamento, pedir que eles façam e já entregar pra nós funcionando”.

d) Investimento

Como já foi mostrado na categoria de disponibilidade, os serviços de nuvem contratados pela instituição são considerados como um investimento pelos entrevistados. Para o Gestor de Inovação e Tecnologia um retorno sobre o investimento (ROI – *Return on investment*), pode ser observado a medida que mais

uso é feito dos serviços de nuvem e que a instituição acaba entregando melhores serviços para os clientes finais por conta da utilização das aplicações que estão hospedadas em ambientes de nuvem. Uma redução de custos poderia ser observada à medida que a instituição contrata mais serviços com a Azure, porque o provedor possui uma política de descontos de acordo com o grau de contratação dos serviços, ou seja, quanto mais serviços a instituição tiver com o provedor, mais descontos ela obtém.

Outro ponto atrelado a redução de custos pode ser observado se levarmos em consideração o custo de investimento de infraestrutura local e o custo de investimento de um ambiente em nuvem. Para o Gestor de Inovação e Tecnologia, o custo de investimento para hospedar os serviços XPTO Classroom e Virtual XPTO em um ambiente de nuvem é menor em relação a hospedar os mesmos em uma infraestrutura local física. O seguinte trecho da entrevista diz respeito a ideia de reduzir os custos de investimentos que precisam ser feitos utilizando serviços de nuvem:

Se você vai investir, e você pode decidir entre instalar um serviço localmente ou ir para nuvem, o investimento **[na nuvem]** pode ser menor [...]. A questão é qual investimento vai ser menor. O investimento você já vai ter, agora você vai ter um custo razoavelmente menor para ter um desempenho bem satisfatório na nuvem, que você não teria garantido em uma infraestrutura local.

Portanto, o entendimento que se tem é que os serviços de nuvem foram implementados na instituição justamente porque era preciso fazer um investimento para tornar os serviços XPTO Classroom e Virtual XPTO disponíveis, e pensou-se nas soluções de nuvem por conta de um menor custo de investimento comparado a obtenção de uma infraestrutura local própria para garantir essa disponibilidade desejada.

O fator de redução de custos de investimento ao utilizar serviços de nuvem também é encontrado por Sobragi (2012). Essa redução refere-se ao baixo custo de entrada (aquisição de hardwares e outros equipamentos que compõem uma infraestrutura local), e a diminuição dos custos de manutenção de infraestrutura e pessoal.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Computação em Nuvem se popularizou recentemente como uma alternativa para problemas de desperdício de recursos computacionais, e altos custos de investimento para aquisição e manutenção de infraestruturas locais de servidores para hospedagem de aplicações, que figuram como essenciais para manter a competitividade das empresas no mercado que elas atuam. O modelo de cobrança da Computação em Nuvem é baseado na utilização dos recursos oferecidos, isso garante uma diminuição nos gastos por conta da alocação de recursos apenas em momentos em que existe uma real necessidade desses recursos, isso evita a aquisição de grandes configurações de equipamentos para suprir demandas excepcionais.

O objetivo geral de investigar a possibilidade de empresas de médio ou grande porte utilizarem Computação em Nuvem, para diminuir seus custos com infraestrutura de servidores que foi traçado inicialmente pela pesquisa foi atingindo já que tanto o estudo de caso realizado XPTO Ensinos, como a literatura buscada no referencial teórico mostram que empresas podem utilizar serviços de nuvem como uma alternativa para diminuir os custos de investimentos em recursos computacionais como: processamento para aplicações ou armazenamento para backup das mesmas. Se tratando de objetivos específicos, o primeiro de entender o modelo de infraestrutura própria de servidores foi atingido com base nas pesquisas bibliográficas realizadas em livros, teses, dissertações e artigos acadêmicos. O mesmo pode ser dito do segundo objetivo específico que buscava explorar os conceitos do modelo de Computação em Nuvem.

As evidências do estudo de caso realizado na XPTO Ensino, indicam que o objetivo específico de analisar o impacto gerado pela utilização de um modelo serviço de Computação em Nuvem nos custos operacionais de uma empresa de médio ou grande porte, pode ter sido atingido, justamente, por mostrar fatores como flexibilidade, obtenção de recursos sob demanda e redução de custo de investimento para obtenção de atributos como disponibilidade para aplicações da empresa, como impactantes nos custos operacionais do setor de TI da empresa.

A hipótese apresentada no início da pesquisa, era de que uma empresa de médio ou grande porte poderia contratar serviços de Computação em Nuvem de provedores como Azure, AWS, Google, entre outros para hospedar serviços como: e-mail, armazenamento, aplicações e sites para reduzir custos de aquisição e

manutenção de uma infraestrutura de servidores locais, bem como deixar de se preocupar com provisionamento de recursos foi confirmada pelos relatos dos entrevistados, que buscaram os serviços de nuvem da Azure para garantir disponibilidade para duas de suas aplicações sem que fosse necessário adquirir e manter novos servidores físicos para isso.

Sendo assim, uma possível resposta para a pergunta problema: “De que modo um modelo de Computação em Nuvem poderia impactar nos custos operacionais do setor de TI de uma empresa de médio ou grande porte?”, seria que os impactos nos custos da utilização dos serviços de nuvem são percebidos quando a instituição vê a necessidade de investir em recursos computacionais para prover algum tipo de atributo nos serviços, como por exemplo, o atributo de disponibilidade visto no caso estudado, e não precisa recorrer a altos custos de aquisição e manutenção de servidores locais, bem como provisionamento dessa infraestrutura para momentos excepcionais de alta na demanda.

O resultado da pesquisa foi afetado pela dificuldade de coletar dados referentes a valores de custo real dos serviços contratados pela instituição, já que os entrevistados não tinham autorização para divulgar esse tipo de informação da instituição, os valores de custo mensal dos serviços de Máquina Virtual da Azure e armazenamento divulgados não são exatos. Isso acaba carecendo as comparações que poderiam ser feitas entre os custos de investimento de serviços de nuvem e os custos de investimento em uma infraestrutura local própria.

Uma possível continuação para a pesquisa seria analisar de forma incisiva todos os custos envolvidos no processo de migração de uma aplicação para o ambiente de nuvem, assim seria possível entender os impactos nos custos de uma empresa ao final desse processo.

REFERÊNCIAS

BORGES, Hélder Pereira et al. **Desenvolvimento Automático de Aplicações e Plataformas de Trabalho em Nuvens Computacionais. 20--**. Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/865/2/Desenvolvimento%20autom%C3%A1tico%20de%20aplica%C3%A7%C3%B5es%20e%20plataformas%20de%20trabalho%20em%20nuvens%20computacionais.PDF>. Acesso em: 10 out. 2020.

CAMPOS, Claudinei José Gomes. **Método de Análise de Conteúdo: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde. Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, v. 5, n. 57, p. 611-614, out. 2015. Bimestral. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-71672004000500019&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 22 nov. 2020.

GOOGLE. **App Engine in a minute**. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Xuf3J6SKVV0&list=PLlivdWyY5sqIQ4_5PwyyXZVdsXr3wYhip&index=3&t=1s&hl=pt-br. Acesso em: 01 nov. 2020.

IPSENSE. **Entenda como será o futuro da computação em nuvem!** 2019. Disponível em: <https://www.ipsense.com.br/blog/entenda-como-sera-o-futuro-da-computacao-em-nuvem/>. Acesso em: 25 mar. 2020.

LIMA, Diego Liberalquino Soares. **ECAMID: um middleware para nuvem computacional com suporte à elasticidade**. 2014. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014. Cap. 6. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/11357/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O%20Diego%20Liberalquino%20Soares%20Lima.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2020

MELO, Marcelo Moraes de. **Auxílio à tomada de decisão no processo de migração para computação em nuvem**. 2014. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2014. Disponível em: <http://tede.bibliotecadigital.puc-campinas.edu.br:8080/jspui/bitstream/tede/546/1/Marcelo%20Moraes%20de%20Melo.pdf>. Acesso em: 08 out. 2020.

MENDONÇA, Claudio Marcio Campos de. **Serviços de Nuvem Pública e sua Relação com os Arranjos de Governança de TI e o Alinhamento Estratégico**. 2015. 198 f. Tese (Doutorado) - Curso de Administração, Departamento de Ciências Administrativas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015. Cap. 5. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/20376>. Acesso em: 31 out. 2020.

MILLIAN, Eduardo Zied. **Método de Análise para Adoção de Computação em Nuvem: estudo de casos em organizações de grande porte**. 2014. 176 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Cap. 10. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-28082015-105054/publico/EduardoZiedMilian2014.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2020.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. **The NIST Definition of Cloud Computing**: recommendations of the national institute of standards and technology. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. 2011. Disponível em: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf> . Acesso em: 04 nov. 2020.

PEDRO, Julio. **A Computação em Nuvem Como Alternativa Para Terceirização de Serviços e Infraestrutura de TI**. 2018. Disponível em: <http://repositorio.uscs.edu.br/handle/123456789/1203>. Acesso em: 20 mar. 2020.

PEREIRA, Adriana Soares *et al.* **Metodologia da Pesquisa Científica**. Santa Maria: Núcleo de Tecnologia Educacional, 2018. 119 p.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Editora Feevale, 2013. 277 p.

RAMALHO, Neilson Carlos Leite. **Um Estudo Sobre a Adoção da Computação em Nuvem no Brasil**. 2012. 158 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Sistemas de Informação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Cap. 6. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100131/tde-06032013-124239/publico/Dissertacao_Neilson_Ramalho.pdf. Acesso em: 31 out. 2020

ROBERTO, Jose. **Um Estudo das Oportunidades e Desafios Envolvidos na Utilização de Serviços de Cloud Computing**. 2014. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/18144> . Acesso em: 25 mar. 2020.

ROCHA, Carlos André de Sousa. **Análise De Desempenho em Ambientes Cliente/Servidor 2-Camadas E 3-Camadas**. 2002. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Cap. 5. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/84180/190171.pdf?sequence=1&isAllowed=y> . Acesso em: 27 out. 2020.

SABO, C.P. **Avaliação de Desempenho com algoritmos de escalonamento em clusters de servidores Web**. 2006. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - ICMC-USP, São Carlos, 2006. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-06092006-003537/publico/dissertacao-caiosabo.pdf> . Acesso em: 28 out. 2020.

SANTOS, Reginaldo Hugo Szezupior dos. **Modelo de Gestão de Predição de Falhas no Gerenciamento da Infraestrutura de Datacenter**. 2014. 116 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2014. Disponível em: https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/genhariaeletrica/pos-graduacao/reginaldo-hugo-szezupior-dos-santos_final.pdf . Acesso em: 08 out. 2020.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2010. 154 p.

SHIMODA, Marcio Akio. **Suporte para Transmissão de Mída Contínua entre Servidor e Clientes Cooperativos**. 2005. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005. Cap. 6. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/628/DissMAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y> . Acesso em: 27 out. 2020.

SILVA, Andressa Hennig; FOSSÁ, Maria Ivete Trevisan. **Análise de Conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. Qualitas Revista Eletrônica**, Campina Grande, v. 1, n. 10, p. 0-0, jan. 2015. Semestral. Disponível em: <http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/view/2113>. Acesso em: 22 nov. 2020.

SILVA, Marcio Augusto de Lima e. **Uma infraestrutura de comando e controle de data center para um conjunto de recursos computacionais**. 2009. Tese (Doutorado em Sistemas Digitais) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. doi:10.11606/T.3.2009.tde-01092009-151011. Acesso em: 2020-10-12.

SOBRAGI, Cyro Gudolle. **Adoção de computação em nuvem: estudo de casos múltiplos**. 2012. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Cap. 5. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/49406>. Acesso em: 25 maio 2020.

SOUSA, Flávio R. C. *et al.* **Computação em Nuvem: conceitos, tecnologias, aplicações e desafios**. In: ESCOLA REGIONAL DE COMPUTAÇÃO CEARÁ, MARANHÃO E PIAUÍ, 3., 2009, Parnaíba. **Escola Regional de Computação Ceará, Maranhão e Piauí**. Parnaíba: Sbc, 2009. v. 1, p. 1-27. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237644729_Computacao_em_Nuvem_Conceitos_Tecnologias_Aplicacoes_e_Desafios . Acesso em: 1 nov. 2020.

TANENBAUM, Andrew S.. **Redes de computadores**. 4. ed. Amsterdam: Editora Campus, 2002. 632 p.

TEIXEIRA, Mario Antonio Meireles. **Suporte a serviços diferenciados em servidores web: modelos e algoritmos**. 2004. 153 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência da Computação, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - ICMC-USP, São Carlos, 2004. Cap. 8. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-29012016-151050/publico/MarioAntonioMeirelesTeixeiraDO.pdf> . Acesso em: 28 out. 2020.

VARELLA, Walter Augusto. **Infraestrutura de TI**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2019. 242 p. (Série Universitária). Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=qgC1DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=Infraestrutura+de+TI&ots=W8QJl5zogN&sig=xmKB8MpTQGVRYv6sKWx_bXuDJ3A#v=onepage&q&f=false . Acesso em: 08 out. 2020.

VARIA, J. **Architecting for the cloud: best practices**. Amazon Web Services, [S.l.], 2010.

VERAS, Manoel. **Cloud Computing**: nova arquitetura da ti. São Paulo: Brasport Livros e Multimídia Ltda., 2012. 180 p.

VIEIRA, Cláudia Simone. **Computação em Nuvem**: fatores que influenciam a adoção pelas empresas no brasil. 2017. 106 f. Tese (Doutorado) - Curso de Administração, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2017. Cap. 6. Disponível em: http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/18024/Tese_Claudia_Vieira.pdf?sequence=1&isAllowed=y . Acesso em: 02 nov. 2020.

ANEXOS

ANEXO A – DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA



São Luís (MA), 09 de novembro de 2020.

Ao

Sr.(a). Diretora Acadêmica.

Assunto: Realização de Estudo de Trabalho de Conclusão de Curso.

Sr.(a). Diretor(a),

No instante em que a(o) cumprimento, levo ao vosso conhecimento solicitação de autorização para que o graduando **RAFAEL ARAÚJO SANTOS**, estudante do 8º período do curso de Sistemas de Informação do Centro Universitário UNDB, consiga realizar pesquisa para desenvolvimento do seu Trabalho de Conclusão de Curso – TCC.

Título: Uma análise dos custos operacionais envolvidos na utilização de serviços de computação em nuvem no Centro Universitário UNDB.

Orientador: Prof. Me. Rafael Cunha.

Metodologia da pesquisa: Objetivo geral: investigar a possibilidade de empresas de médio ou grande porte utilizarem Computação em Nuvem para diminuir seus custos com infraestrutura de servidores, bem como entender o modelo de infraestrutura própria de servidores, explorar os conceitos do modelo de Computação em Nuvem e analisar os impactos gerados pela utilização de um modelo de serviço de Computação em Nuvem nos custos operacionais de uma empresa de médio ou grande porte. O pesquisador pretende coletar os dados por meio de entrevistas e questionários, cujos dados servirão para a elaboração do último capítulo do Trabalho de Conclusão de Curso.

Período de pesquisa: 09 de novembro a 30 de novembro de 2020.

Destaca-se que o pesquisador se compromete em manter os dados coletados em sigilo e diante da escrita da pesquisa serão utilizados nomes fictícios para preservar a empresa. Além disso, o pesquisador, também, responsabiliza juntamente com seu orientador em garantir a integridade da instituição, bem como atender aos requisitos das Resoluções do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares, comprometendo-se o(a) mesmo(a) a utilizar os dados pessoais dos participantes da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades. Agradecemos desde já o envio da autorização em duas vias para esta Coordenação, em papel timbrado, contendo a assinatura do responsável pela aprovação com carimbo e evidência do cargo/função. Ciente de que a presente demanda será analisada de modo muito especial, renovamos os votos de estima e consideração.

Atenciosamente.

Rodrigo M.
 Prof. Rodrigo Monteziro de Lima
 Coordenador do Curso de Sistemas de Informação
 UNDB

p/

Prof. Me. Maurício José Morais
 Coordenador de Trabalho de Conclusão de Curso
 Curso de Sistemas de Informação
 Centro Universitário UNDB

APÊNDICE

APÊNDICE A - Quadro com perguntas realizadas e as respostas dos entrevistados

Perguntas	Entrevistado 1	Entrevistado 2
Qual a sua área de formação?	Sistemas de informação (UNDB)	Gestão de TI e Pós graduado em Governança de TI e ambiente de transformação digital
Qual cargo você ocupa?	Coordenador de Infraestrutura e Segurança da instituição	Gestor de Inovação e Tecnologia
Que tipo de problema você buscava solucionar por meio da adoção da computação em nuvem?	O backup é justamente por causa do desastre e a VM é por causa dos acessos. Com dispositivos dentro da instituição perdemos os acessos externos dos alunos, por exemplo, a plataforma do XPTO Classroom, se cair link de internet ou servidor os usuários ficam sem acesso.	Uma alta disponibilidade de serviços, quando se tem um Datacenter local você tem questões para resolver como: energia, climatização, queda de energia. Ultimamente as quedas de energia estão frequentes, e para garantir a continuidade dos sistemas foi pensado em colocá-los na nuvem.
Quais serviços de nuvem estão sendo utilizados na XPTO e há quanto tempo estão sendo utilizados?	Backup, a gente tem um cofre de 1tb na nuvem, há no mínimo 4 anos. O servidor do XPTO classroom que a gente tem a na nuvem também há poucos meses, mais ou menos 2 meses.	Temos serviços de backup para maioria das aplicações que estão no CPD. Temos a máquinas virtuais do Moodle na Nuvem, o XPTO Classroom.
Qual foi o custo para migrar para esses serviços?	O custo do backup, o cofre de 1tb é 550 reais por mês, é um pagamento mensal que a gente faz, e da VM [<i>Virtual Machine</i>]	Não estou autorizado a compartilhar qualquer informação de custos da instituição. Posso verificar

	<p>está saindo 1180 mensal. Então está cerca de 1600 mensal pra gente ter tanto servidor como backup dos nossos serviços na nuvem.</p>	<p>qual o procedimento a ser seguido.</p>
<p>Qual era o custo de prover esses serviços antes da utilização de nuvem?</p>	<p>Para gente ter um <i>storage</i> para segurar esse ambiente que levamos para nuvem, teríamos que desembolsar no mínimo 30 mil reais.</p>	<p>Em se tratando do XPTO Classroom (Moodle, agora na nuvem), antes era hospedado pelo Google Classroom, que é um serviço gratuito em nuvem. Com o qual não tínhamos nenhum.</p>
<p>Que tipo de impacto no custo foi percebido ao utilizar serviços de computação em nuvem?</p>	<p>Financeiramente falando, a nuvem hoje ainda é um serviço caro. Se parar pra pensar que você tem que pagar por exemplo 1600 mensal pra ter um cofre com máquina virtual. Em menos de 3 anos tu já pagou uma <i>storage</i> que era pra segurar um ambiente bem maior.</p>	<p>Tivemos um incremento de custos para o fornecimento desse serviço, pois foi contratado um ambiente na nuvem para implantar o XPTO Classroom.</p>
<p>Com base nas experiências com os serviços de nuvem, pretende-se ampliar o uso desses serviços na XPTO?</p>	<p>A gente pensa em continuar com o que já temos, mas por questão de necessidade mesmo dos acessos, que não pode parar de forma alguma, já que tem aluno e professor acessando, precisamos manter esses serviços funcionando 24 horas.</p>	<p>O ideal seria que sim. Se você quer trabalhar com IA, internet das coisas, a nuvem nos permite maior versatilidade para isso.</p>