

**INSTITUTO SUPERIOR DE TECNOLOGIAS AVANÇADAS DE
LISBOA**

Mestrado em Informática

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
INFORMÁTICA

DO BARE METAL A MULTI CLOUD

Eric George Vasconcelos de Lima

Júri

Presidente: Professora Doutora Gisela dos Santos Machado Canelhas

Arguente: Professor Doutor Pedro Ramos dos Santos Brandão

Orientador: Professora Doutora Isabel Maria Surdinho Borges Alvarez

Janeiro, 2026

Agradecimentos

A realização desta dissertação só foi possível graças ao contributo e apoio de várias pessoas e instituições.

Em primeiro lugar, agradeço ao meu orientador, pela disponibilidade, orientação científica e contributos fundamentais ao longo de todo o processo de investigação.

Agradeço igualmente à instituição de ensino pela oportunidade de desenvolvimento académico e científico, bem como à organização onde foi realizado o estudo empírico, pela abertura e colaboração prestada.

Aos gestores e operadores de *cloud* que participaram na investigação, agradeço a partilha de conhecimentos e experiências, essenciais para a concretização deste trabalho.

Por fim, agradeço à minha família e amigos pelo apoio, compreensão e incentivo ao longo deste percurso académico.

Lista de Figuras

Figura 1 – Representação da computação em *cloud*

Figura 2 – Estrutura organizacional da empresa *Cloud Commerce*

Tabela de tabelas

Tabela 1 – Composição da amostra participante no estudo

Lista de Acrónimos e Siglas

Acrónimo	Significado
API	Application Programming Interface
CPS	Cyber-Physical Systems
IAM	Identity and Access Management
IaaS	Infrastructure as a Service
IoT	Internet of Things
MV	Máquina Virtual
PaaS	Platform as a Service
SaaS	Software as a Service
SDN	Software Defined Networking
SLA	Service Level Agreement
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
VM	Virtual Machine

RESUMO

A dissertação com o título de "*Do bare metal a multi cloud*", teve como principal abordagem a utilização dos vários fornecedores de computação em *cloud* e, principalmente, a criação de uma metodologia que possa proporcionar uma solução muscular para o ambiente de negócios, de forma a facilitar a transição entre fornecedores ou a utilização "conjunta" entre eles. O objetivo consistiu em investigar as características, benefícios e desafios da gestão de múltiplas infraestruturas virtualizadas pela plataforma *Openstack*, sistema operativo em multiplas *clouds*. Em relação à metodologia, quanto à abordagem, o estudo foi não correlacional, quanto ao nível de investigação foi descritivo, quanto ao método de pesquisa foi não experimental, com 4 operadores e 1 gestor (100% da população) da instituição selecionada para a realização de pesquisa empírica, recolha de dados e observação da realidade organizacional. Os resultados foram organizados em capítulos, nos quais se conseguiu analisar uma visão geral e conceitual da computação em *cloud*, abordou-se sobre as principais características do processo de migração de máquinas virtuais entre múltiplas *clouds*, investigou-se, por meio de estudo empírico, sobre a plataforma *Openstack* como solução para a migração do fornecedor *lock-in* e MV entre multiplas *clouds* facilitando a migração, explicando a lógica operacional através das perceções de gestores e operadores da *Cloud Commerce* pontuando vantagens em seus inquéritos. Assim, chegou-se à conclusão de que há falta de conhecimento sobre as características do *Openstack* e sua utilização em MV, e sobre a migração do fornecedor *lock-in* e MV entre multiplas *clouds*. Não conseguiram explicar ou não entendem que o aprisionamento tecnológico (*vendor lock-in*) costuma representar um risco, sobretudo no longo prazo.

PALAVRAS CHAVE: Gestão. Múltiplas *clouds*. *Openstack*. Vantagens.

ABSTRACT

The dissertation entitled "From bare metal to multi cloud", had as its main approach the use of various cloud computing providers and, mainly, the creation of a methodology that can provide a muscular solution for the business environment, from in order to facilitate the transition between suppliers or the "joint" use between them. The objective was to investigate the characteristics, benefits and challenges of managing multiple infrastructures virtualized by the Openstack platform, an operating system in multiple clouds. regarding the approach, the study was non-correlation, regarding the level of investigation it was descriptive, regarding the research method was non-experimental, with 4 operators and 1 manager (100% of the population) of the selected institution to carry out empirical research, collection of data and observation of the organizational reality. The results were organized into chapters, in which it was possible to analyze a vision g general and conceptual of cloud computing, the main characteristics of the process of migration of virtual machines between multiple clouds were addressed, through an empirical study, the Openstack platform as a solution for the migration of the lock-in provider was investigated. and VM between multiple clouds facilitating migration, explaining the operational logic through the perceptions of Cloud Commerce managers and operators, scoring advantages in their surveys. Thus, it was concluded that there is a lack of knowledge about the characteristics of Openstack and its use in VMs, and about the migration of lock-in and VM providers between multiple clouds. They were unable to explain or do not understand that technological imprisonment (vendor lock-in) usually represents a risk, especially in the long term.

KEYWORDS: Management. Multiple clouds. Openstack. Benefits.

ÍNDICE

Agradecimentos.....	II
Lista de Figuras.....	III
Tabela de tabelas.....	IV
Lista de Acrónimos e Siglas.....	V
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Relevância e Justificação.....	3
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Geral.....	5
1.3.2 Específico.....	5
1.4 Metodologia.....	6
PARTE I – ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	7
2. Os CONCEITOS BÁSICOS.....	7
2.1 Máquinas Virtuais (MV).....	7
2.3 Virtualização.....	8
2.3 Computação em cloud.....	10
2.4 Múltiplas <i>clouds</i>	10
2.5 Corretor de <i>cloud</i>	11
3. COMPUTAÇÃO EM <i>CLOUD</i>	13
3.1 Tipos de computação em <i>cloud</i>	14
3.2 Tipos de <i>nuvens</i>	15
3.2.1 Software como serviço (SaaS).....	16
3.2.2 <i>Plataforma como Serviço</i> (PaaS).....	16
3.2.3 Infraestrutura como serviço (IaaS).....	17

3.3 Benefícios da computação em <i>cloud</i>	17
3.1 Segurança de informação	18
3.2 Riscos.....	20
3.3 Vulnerabilidades na migração de dados na <i>cloud</i> híbrida.....	21
3.4 Ameaças a fornecedores da computação em cloud	21
3.5 Fornecedores de computação em <i>cloud</i>	23
4 PLATAFORMA OPENSTACK.....	25
5.1 Openstack e acessibilidade em ambientes de múltiplas <i>clouds</i>	25
5.2 Falhas de software na plataforma de computação em cloud OpenStack..	26
5.3 Efeitos do Envelhecimento do Software no Openstack	27
PARTE II - ENQUADRAMENTO EMPÍRICO.....	31
6 CURSO METODOLÓGICO DA INVESTIGAÇÃO	31
6.1 Abordagem de investigação.....	31
6.2 Nível de investigação	31
6.3 Método de pesquisa	32
6.4 Estudar população e estudar amostra de participantes.....	32
6.4.1 População.....	33
6.4.2 Amostra	33
6.5 Local de investigação.....	34
6.6 Instrumentos.....	35
6.6 Interpretação e análise dos instrumentos de coleta de dados.....	37
7 ANÁLISE DE DADOS	39
7.1 Dados sobre a realidade computação em <i>cloud</i> da organização	39
7.2 Dados do questionário 02 obtidos após o teste com Openstack.....	44
CONCLUSÕES.....	52
REFERÊNCIAS	56

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste capítulo consiste em apresentar os principais fundamentos descritivos sobre a finalidade de se organizar a dissertação sobre o tema proposto e, também, delinear o processo de conceção dos motivos relevantes e o percurso metodológico adotado, e, por fim, descrever a estrutura e limitações da presente dissertação.

1.1 Enquadramento

Atualmente, percebe-se a incrementação dos recursos tecnológicos como diferencial competitivo nas organizações, contribuindo assim para o desenvolvimento e proteção da informação produzida internamente, de modo a que poucos membros do ambiente externo possam ter acesso, apenas através da elaboração das decisões políticas do elaborado sistema de segurança (Barbosa, 2020).

A utilização de tecnologias digitais no ambiente de fabrico foi reforçada e considerada responsável pela promoção da quarta revolução industrial (Indústria 4.0), não atribuída à mecanização dos processos de trabalho, mas a uma sofisticação dos mesmos, utilizando intensivamente tecnologias da informação e novas ferramentas. Os principais fatores impulsionadores para o estabelecimento desta interface são a relação entre sistemas ciber-físicos e fenómenos como a "Internet das Coisas" (IoT) e a "Internet dos Serviços", que podem fornecer interoperabilidade, virtualização, descentralização e informação em tempo real de operações (Boucherat, 2016; Cavalcante & Silva, 2011).

Nas próximas duas décadas, cinco tendências de grande escala vão mudar a indústria mundial: a) A ubiquidade das TI; b) Fiabilidade na modelação e simulações virtuais nos processos de fabrico; c) Inovação acelerada na gestão da cadeia de abastecimento; d) Procura de flexibilidade na produção para satisfazer as necessidades do consumidor; e) Tentativa de produção mais sustentável do ambiente (Cavalcante & Silva, 2011).

Devem ser utilizadas novas tecnologias para integrar máquinas e seres humanos em cadeias de valor que componham uma rede de entidades

(instalações industriais) localizadas em posições geograficamente distribuídas (dispersas) e que devem prestar serviços e produtos de forma autónoma. Para utilizar o potencial das novas tecnologias desta forma integrada, é necessária uma rutura nos métodos tradicionais de conceção e análise dos sistemas de controlo e, conseqüentemente, devem ser consideradas novas técnicas de modelação de sistemas (Barbosa, 2020).

As principais barreiras internas enfrentadas hoje pelas indústrias referem-se aos elevados custos de implementação, à falta de clareza na definição de conhecimento sobre o retorno do investimento aplicado na digitalização da manipulação de dados e processos, e à quebra da conceção cultural da gestão tradicional (Barbosa, 2020).

A indústria 4.0 gerou inovações que, no domínio tecnológico, levantaram o surgimento de novos instrumentos para a elaboração de projetos construtivos, e que chegam com a proposta de revolucionar o mercado em todos os aspetos, especialmente no tratamento da informação (Silva, Simão e Menezes, 2020).

Destaca-se, segundo Silva, Simão e Menezes (2020): a capacidade de adaptação, melhoria da eficiência dos recursos e ligação a todos os envolvidos, desde o processo de criação de valor à aplicação estratégica, a base tecnológica composta por:

a) Sistemas *Ciber-Físicos* (CPS) definidos como integrando computação, redes e processos físicos em todo o lado e em tempo real (Silva, Simão e Menezes, 2020);

b) Internet das Coisas: referindo a infraestrutura da Internet para ligar máquinas e objetos com sensores inteligentes e software (Silva, Simão e Menezes, 2020);

c) Grande Data: referindo-se a ferramentas e práticas que gerem e analisam grandes volumes de dados, de diferentes fontes, a uma velocidade considerável, procurando agregar o valor do negócio das organizações e uma maior fiabilidade em relação às decisões a tomar (Silva, Simão e Menezes, 2020);

d) *Cloud Computing*: que realiza o processamento, armazenamento e software que, na rede, pode ser acedido remotamente através da Internet (Silva, Simão e Menezes, 2020);

e) Aprendizagem automática: é o campo de estudo que dá aos computadores a capacidade de aprender sem ser explicitamente programado (Silva, Simão e Menezes, 2020)

O presente trabalho de investigação com o título de "*Do Bare Metal a Multi Cloud*", tem como principal abordagem a utilização dos vários fornecedores de computação em cloud e, principalmente, a criação de uma metodologia que possa proporcionar uma solução muscular para o ambiente de negócios, de forma a facilitar a transição entre fornecedores ou a utilização "conjunta" entre eles, ou seja, segundo Boucherat (2016), permitir a utilização dos serviços disponíveis em qualquer um dos fornecedores de acordo com as necessidades da empresa, reduzindo os impactos estruturais e principalmente financeiros.

A investigação visa identificar uma possível solução *para o problema do bloqueio do fornecedor*, o problema clássico conhecido pela dependência de serviços e recursos fornecidos pelos fornecedores de computação em *cloud*.

1.2 Relevância e Justificação

No contexto da perspectiva tecnológica em evolução da gestão de dados, destaca-se a proposta temática *Do Bare Metal a Multi Cloud*; torna-se relevante, destacando-se o crescimento exponencial do conceito de computação em *cloud*, sendo a representação de um conjunto de recursos informáticos que não são vistos aos olhos, mas que podem ser utilizados pelos utilizadores que estão registados na rede. Esses recursos podem ser servidores, equipamentos de encaminhamento, aplicações, em suma, todo o tipo de recursos que podem ser acedidos por servidores e para o tratamento de informações em bases de dados (Augusto et al., 2013).

Por isso, a escolha do objeto de investigação, *Openstack* na proposta desta dissertação, justifica-se pela inovação e novas possibilidades de deslocar uma parte da infraestrutura interna das empresas para a *cloud*, que, na verdade, é um conjunto de centros de dados na Internet que são geridos por prestadores de serviços em *cloud*, promovendo a chamada poupança de escala e outras vantagens adicionais (Augusto et al., 2013).

A investigação recorre a alguns destes aspetos. Em primeiro lugar, pela abordagem de Augusto et al. (2013), ao exporem que o fornecedor de cloud fornece a infraestrutura e gerar poupanças em investimentos, porque as empresas já não precisam ter grandes recursos para investir em centros de computação, por entenderem que estes serão reduzidos e realizados por fornecedores de serviços em *cloud*, de computação em *cloud*, que os fará reduzir custos, recursos e qualificará os serviços. Por isso, é compreensível e favorável que a computação na *cloud* se instale de forma a não tornar o utilizador vulnerável dos serviços que sua empresa precisa para operar com totalidade.

Atualmente existem serviços de informática que estão sendo oferecidos por empresas que se qualificaram para atender todas as necessidades dos seus clientes, somente com serviços de computação em *cloud*. E, em geral, estas empresas utilizam um ou mais dos vários fornecedores e tecnicamente tornam-se dependentes desses fornecedores (Moreira et al., 2004).

Há muitos desafios para aqueles ambientes multi-nuvs. Os desafios são complexos. Num inquérito a opiniões realizado pela Flexera (2019) apontou que 94% dos profissionais das tecnologias da informação e comunicação (TIC) entrevistados usam serviços de computação em *cloud*. Entre os desafios na adoção de múltiplas *clouds* descritos pela Flexera (2019), a gestão é uma preocupação para 76% dos inquiridos, e para 73% outro desafio é a migração entre nuvs de diferentes fornecedores.

Em outro estudo, Xavier et al. (2018) afirmou que era a solução para problemas de interoperabilidade em cenários de *cloud*, e era possível tomar cenários *multi-cloud* para resolver alguns problemas de computação em cloud com, por exemplo, a necessidade de criar estratégias de interoperabilidade para estes ambientes heterogéneos de *cloud* e seus fornecedores, libertando o utilizador da prisão causada por implementações proprietárias e não padronizadas por fornecedores de serviços de *clouding*.

Por isso, o estudo proposto é relevante para a elaboração de estudos sobre as tecnologias consumadas pela plataforma *Openstack*, uma solução estratégica *multi-cloud* para resolver o problema clássico chamado bloqueio de fornecedores, situações em que os operadores estão totalmente dependentes

de serviços e recursos fornecidos por fornecedores de *cloud* heterogênea, tornando-se um desafio para gerir as nuvens da organização.

Os fornecedores de serviços de computação em *cloud*, oferecem vários produtos e muitas vezes até oferecem o mesmo serviço, têm nomes diferentes, uma heterogeneidade que dificulta a migração de máquinas virtuais (VM) quando o fornecedor atual já não satisfaz as necessidades da empresa em qualquer serviço ou quando a empresa encontra maiores benefícios associados (Moreira et al., 2004).

Na Investigação será pertinente avaliar o problema da heterogeneidade das nuvens e a partir daí propor uma metodologia capaz de abranger todo o processo e unificar os sistemas capazes de implementar uma forma de adaptar as várias interfaces e aplicações de Programação (APIs) de cada uma das nuvens, facilitando a comunicação e utilização dos recursos das várias nuvens.

Assim, pretende-se nesta dissertação responder ao seguinte problema: Quais são as características, benefícios e desafios da gestão de múltiplas infraestruturas virtualizadas pela plataforma *Openstack*, sistema operativo multi-*cloud*?

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

O objetivo da dissertação visa investigar as características, benefícios e desafios da gestão de múltiplas infraestruturas virtualizadas pela plataforma *Openstack*, sistema operativo em múltiplas *clouds*.

1.3.2 Específico

Os objetivos específicos propostos para esta investigação são os seguintes:

1. Analisar uma visão geral e conceitual da computação em *cloud*, abordando as suas aplicações e explicando aspetos da segurança da

informação, riscos, vulnerabilidades, ameaças e fornecedores de computação em *cloud*;

2. Compreender as principais características do processo de migração de máquinas virtuais (MV) entre contas em múltiplas *clouds* homogéneas e heterogéneas;

3. Investigar a plataforma *Openstack* como solução para a migração do fornecedor *lock-in* e MV entre multiplas *clouds* heterogéneas e de forma automatizada entre nuvens para facilitar a migração;

4. Realizar testes laboratoriais tendo em conta a aplicabilidade da plataforma *Openstack* para gerir a migração automatizada entre fornecedores de *cloud* numa determinada organização;

5. Avaliar os resultados dos testes pré e pós-laboratório utilizando a plataforma *Openstack*.

1.4 Metodologia

Esta fase mostra o planeamento metodológico estabelecido para orientar a realização de objetivos na procura de soluções para os problemas da investigação proposta. A presente investigação ocorreu através do seu enquadramento empírico a nível não correlacional, porque a variável era o uso laboratorial de *software Openstack* num ambiente de múltiplas *clouds* de otimização automatizada da migração de fornecedores em nuvens heterogéneas. Os resultados dos testes pré-teste e pós-laboratório foram analisados.

PARTE I – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2. Os CONCEITOS BÁSICOS

2.1 Máquinas Virtuais (MV)

As máquinas virtuais (MV) foram criadas para resolver problemas de inatividade de *hardware*, ou seja, quando o processador está inativo e se destina a esse tempo inativo do sistema para realizar alguma atividade, ou quando o operador procura realizar melhorias na gestão do sistema operativo e do próprio recurso de *hardware* (De Matos & Maziero, 2020).

Existem várias formas de considerar como uma MV funciona. Uma das várias formas que foram usadas para atingir este fim, é sobre o sistema de partilha de tempo, que tem as seguintes características: a) Múltiplos programas: *softwares* com várias versões atuando em simultâneo; b) Máquina estendida com *interface* mais conveniente do que apenas *hardware*, obtendo uma extensão da máquina para obter uma *interface* estendida; c) Separar completamente as duas funções; d) O monitor de máquina virtual que executa a monitorização operando diretamente a partir do hardware, realizará múltiplas técnicas de programação fornecendo várias MV para a camada seguinte (De Matos & Maziero, 2020).

O operador tem um *hardware* (máquina física) que poderá funcionar com mais do que um sistema operativo, e assim, nesse sistema operativo, instala-se uma MV, que pode até utilizar outros sistemas operativos que não os instalados na máquina física (De Matos & Maziero, 2020).

Existem grandes centros de processamento de dados empresariais que utilizam MV, os servidores de comércio eletrónico também utilizam MV porque têm a capacidade de realizar milhares de transações por segundo. Mesmo quando o operador quer criar um web site ou algum processo que utilize algum recurso *online*, uma ou mais MV pode ser adquiridas, incluindo até parte de uma MV, que pode ser uma máquina física (ou faz parte de uma máquina física, por exemplo) em outros lugares da *cloud*; ou, a partir de várias *clouds*, onde o operador pode adquirir o processamento de *cloud* para executar determinadas

tarefas para o seu propósito que está a ser necessário, comercialmente ou para desenvolver a indústria ou algum outro processo relacionado (De Matos & Maziero, 2020).

Por estas características, torna-se importante compreender que as MV não são máquinas *estendidas*, na verdade, MV é uma cópia exata de *hardware* original; modo núcleo do utilizador; interface de entrada e saída; e outras características e funções de uma MV. Assim, não existe apenas uma extensão de uma máquina física, existe, de facto, o funcionamento de uma cópia do sistema operativo de MV a operar na máquina física e nos seus dispositivos, com acesso a dados realizados por uma ou várias nuvens, ou seja, através da virtualização do sistema operativo (Cao et al., 2018).

Assim, pode executar qualquer sistema operativo sobre a *cloud* simultaneamente no sistema operativo das máquinas físicas num dado momento. Também se pode aceder a vários MV numa máquina física. Depois há um supercomputador físico que tem vários MV a serem executados nele (Cao et al., 2018).

2.3 Virtualização

A virtualização é uma tecnologia de software que pode ser considerada através da criação de uma versão virtual de um sistema operacional, um Servidor, um dispositivo de armazenamento ou rede, que tem como objetivo desenhar um paralelo entre o real e o virtual - em TI algo real pode ser algo físico, como um *Hardware*, um *Storage*, *router*, *Switch*, que podem ser instalados e configurados como dispositivo na mão (Chen et al., 2018).

O virtual seria uma criação simulada destes componentes reais, como a criação de uma rede lógica dentro da empresa, segmentando na rede A, rede B, sem necessariamente ter vários equipamentos físicos, ou seja, funcionaria dividindo o recurso de hardware físico em peças que podem ser usadas para diversos fins (Chen et al., 2018).

Existem vários tipos de virtualização, o primeiro e mais conhecido servidor não é mais do que a técnica de executar vários servidores dentro de uma máquina física, permitindo uma melhor utilização do *hardware*, uma vez que

normalmente alguns recursos não atingem sequer 15% da capacidade. Portanto, é comum ter servidores partilhados como hospedagem de *sites*. A virtualização da aplicação permite executar aplicações no ambiente de trabalho do utilizador isolando a aplicação do Sistema Operativo (Chen et al., 2018).

A virtualização que resultará em MV, consiste em executar vários sistemas operacionais e um servidor, um exemplo disso é o VDI que permite utilizar o recurso do servidor e a parte do utilizador, apenas utilizado o Cliente Fino. A virtualização permite-lhe manter o armazenamento de aplicações em servidores centralizados, ao mesmo tempo que fornece uma *interface* familiar para os utilizadores na sua estação. Seria como aceder remotamente a um *Server by RDP*, onde cria uma sessão de utilizador e utiliza a aplicação diretamente no servidor e também pode aceder a partir de fora da empresa (Chen et al., 2018).

A virtualização de perfis permite que os utilizadores tenham documentos e perfis centrados no servidor, o que facilita a deslocação dos utilizadores para novas estações. Os benefícios da virtualização são: economia de energia, otimização do espaço físico, melhor uso do hardware com maior facilidade em escalar quanto *hardware* quer entregar a um determinado VM, custos mais baixos uma vez que consolidar vários servidores físicos dentro de apenas um gera menos gastos em todos os sentidos, para não mencionar a gestão facilitada. Os VMs comunicam mais rapidamente, uma vez que os dados não viajam diretamente através da rede (Chen et al., 2018).

Outro benefício para executar aplicações com grande desempenho sem ter que elevar o processamento para o ambiente de trabalho do utilizador. Há também uma maior disponibilidade de servidores ou aplicações porque apenas dois servidores podem virtualizar toda uma infraestrutura de pequenas empresas, agrupando-se entre eles (Chen et al., 2018).

Tem também a migração de servidores para manutenção, replicação de dados, recuperação de desastres (que envolve o menor tempo de inatividade em caso de emergência), backup centralizado (que também serve como ambientes de teste), sem contar as possibilidades de executar tudo na *Cloud* e ter toda uma infraestrutura fora da empresa (Chen et al., 2018).

2.3 Computação em cloud

A computação em *cloud* é a forma virtualizada (através de recursos na Internet) de executar, por exemplo, o texto de edição. Antigamente, se não tivesse *software* a funcionar no seu computador, não seria possível que o operador tomasse qualquer ação no sistema operativo. Hoje tudo pode ser feito através da internet sem a necessidade de instalar nada (Chen et al., 2018).

Um utilizador que tenha acesso através de computador ou telemóvel e que tenha uma conta no *Google*, por exemplo, pode utilizar vários serviços armazenados na *cloud* (o e-mail está na *cloud*, a conta do Facebook também está na *cloud*) e, desta forma, pode entender-se que estão hospedados em algum lugar do planeta, o que, no ambiente de computação, e por isso, por essa circunstancia estrutural, acabou sendo denominado por seu *cloud* nome (Chen et al., 2018).

Aceder a *uma cloud* é ter ciência que pode aceder aos dados que ali foram armazenados, de qualquer parte do mundo, sem dificuldade. Fazer uma analogia para guardar os dados na *cloud* é a mesma coisa que depositar dinheiro no banco com o diferencial de segurança (Choudhary et al., 2017).

Na *cloud* acontece a mesma coisa, o operador deixa de guardar os dados no local de armazenamento (HD caseiro) e passa-os para o local mais propício e seguro. Hoje em dia, várias empresas oferecem serviços de armazenamento em *cloud*, independentemente da sua localização física; os documentos podem estar em servidores que estão na sua cidade ou mesmo do outro lado do mundo (Choudhary et al., 2017).

2.4 Múltiplas clouds

Múltiplas *clouds* (ou multi-*clouds*) é simplesmente o facto de que o operador usa várias *clouds* simultaneamente, ou seja, realiza operações de sua organização através da contratação de serviços de múltiplos fornecedores de serviços em *clouds* públicas e/ou privadas. Com o surgimento de tantos fornecedores, tantas opções de serviços baseados na *cloud*, este serviço pode

ser facilmente escolhido, mas também pode evidenciar uma tomada de decisão bastante complexa e complicada (Hong & Varghese, 2019).

É nesta funcionalidade *multi-cloud* que a grande diferença é, porque a empresa pode ser muito mais competitiva numa altura em que está a otimizar estas funcionalidades. Ao propor usar a melhor *cloud*, o melhor fornecedor para cada aplicação e pagando mais barato por as mesmas (Hong & Varghese, 2019).

2.5 Corretor de *cloud*

A flexibilidade adquirida com múltiplas *clouds* só pode ser alcançada hoje através de algumas possibilidades, uma das quais é o operador que utiliza um corretor de *cloud* ou uma plataforma de gestão da *cloud*, o que ajudará a definir quais são as melhores funcionalidades, os melhores fornecedores para o operador e a empresa que está a contratar o serviço para colocar as suas aplicações (Castro & Alves, 2021).

O corretor de *cloud*, portanto, é uma plataforma de gestão de *cloud* que pode ligar-se a todas as nuvens de diferentes fornecedores de *cloud*, que ao fornecer *apis*, um requisito básico para realizar computação em *cloud*, o operador pode ligar-se a cada uma destas *clouds* e gerir os recursos de seus clientes. Desta forma, pode utilizar instâncias na Amazon e outras funcionalidades da Microsoft e outras funcionalidades da Google (embora a base de dados da Google seja muito flexível), e pode pagar pelo preço mais baixo em cada um (Castro & Alves, 2021).

Outra forma é a empresa criar a sua própria *interface* de *broker* aberta, o que certamente exigirá um bom tempo e conhecimento da equipe. O recrutamento de equipes é uma necessidade constante, pois estas plataformas e fornecedores mudam muito rapidamente, criam sempre novas funcionalidades, pelo que a plataforma terá sempre de continuar a atualizar, mesmo que com as mesmas funcionalidades, mas mesmo assim, será possível conectar-se em todas as nuvens (Castro & Alves, 2021).

Considera-se ainda que uma plataforma de *cloud* privada na empresa, utilizando o *Openstack*, por exemplo, também fornece *apis* e também pode contratar recursos em múltiplas *clouds*, podendo também estabelecer-se como

um corretor de *cloud* com o objetivo de ferramenta de gestão de *cloud* que será contratada no futuro e que também será usada pela organização. Assim, ao ligar nuvens (privadas e públicas) utilizando o *Openstack*, pode-se selecionar dados e informações confidenciais que serão colocados em nuvens privadas e informações que podem ser colocadas em nuvens públicas, e ser geridos pelo operador sem qualquer problema (Castro & Alves, 2021).

O operador pode extrair o melhor de cada fornecedor, o mais barato de cada um e consegue um ambiente muito personalizado, com muita liberdade e flexibilidade, incluindo para criar recursos numa *cloud* (pública e/ou privada) e outros recursos em outra *cloud* (pública e/ou privada), e pode realizar o *backup* de recursos em outra *cloud*. Esta é a característica ambiental fornecida para o corretor de clouds (Castro & Alves, 2021).

3. COMPUTAÇÃO EM CLOUD

A computação em *cloud* (ver Figura 1) é um arquétipo que permite o acesso a um conjunto partilhado de recursos informáticos para utilizadores de *cloud on-demand* ou *pay-per-use*. Por sua proposta, oferece uma série de benefícios para utilizadores e organizações em termos de gastos de capital e poupanças em despesas operacionais. Apesar da existência de tais benefícios, existem alguns obstáculos que colocam restrições ao seu uso (Askhoj et al., 2015).

Figura 1. Representação da computação cloud.

Elenco: Srivastava (2018).

A segurança é uma questão importante que é sempre considerada. A falta deste recurso vital resulta no impacto negativo do arquétipo da computação, resultando em danos pessoais, éticos e financeiros. Estas entidades incluem *Cloud Service Provider*, proprietário de dados e utilizador da *cloud*. Focando-se na criptografia da *cloud* que consiste em diferentes comunicações, computação e nível de serviço (Askhoj et al., 2015).

Um dia, num discurso no MIT por volta de 1960, John McCarthy declarou que, tal como a água e a eletricidade, a computação também será vendida como utilidade. E em 1999, a *Salesforce Company* começou a distribuir as aplicações aos clientes através de um website conveniente. A *Amazon Web Services*

começou com a Amazon em 2002 e estava a prestar serviços de armazenamento e computação. Por volta de 2009, grandes empresas como a Google, Microsoft, HP, Oracle começaram a fornecer serviços de computação em *cloud* (Srivastava, 2018).

Hoje em dia, todas as pessoas usam serviços de computação em *cloud* no seu dia-a-dia. Por exemplo, *Google Photos*, *Google Drive* e *iCloud* etc. No futuro, a computação em *cloud* tornar-se-á o básico para satisfazer as necessidades das Indústrias de Tecnologia e Informação (TI). Tal como as nuvens reais que são a coleção de moléculas de água, o termo "*cloud*" na computação em *cloud* é a coleção de redes. O utilizador pode utilizar sempre que necessário as modalidades de computação em *cloud* sem limites. Em vez de configurar a própria infraestrutura física. Os operadores normalmente preferem um corretor para serviço de internet em computação em *cloud*. Os utilizadores têm de pagar apenas pelos serviços que utilizaram. A carga de trabalho pode ser deslocada para reduzir a carga de trabalho na computação em *cloud*. Uma carga de serviço é gerida pelas redes que compõem a *cloud*, pelo que a carga nos computadores em curso não é pesada durante a execução de uma aplicação (Srivastava, 2018).

Portanto, o pedido de *hardware* e *software* para o operador é limitado. Tudo o que precisa é de ter um navegador *web* para usar computação em *cloud*, e para o ter é necessário seguir as principais funcionalidades da computação em *cloud*: Combinação e elasticidade dos recursos; Serviços de autosserviço e a pedido; Preços; e Qualidade de Serviço (Srivastava, 2018).

Os exemplos básicos de computação em *cloud* usados por pessoas em geral no dia-a-dia são: *Facebook*, *YouTube*, *Dropbox* e *Gmail*, etc. Oferece escalabilidade, flexibilidade, agilidade e simplicidade, razão pela qual a sua utilização está a crescer rapidamente nas empresas (Srivastava, 2018).

3.1 Tipos de computação em *cloud*

A *cloud* pode ser representada por um *datacenter* que normalmente não é a empresa, ou que não está neste ambiente físico, e através da internet, acede aos serviços com as características desejadas para cada realidade. A este

respeito, existem três tipos de nuvens: o privado, o público e o híbrido, que serão brevemente analisados nessa altura (Marston et al., 2011).

3.1.1 *Cloud* Pública

A *cloud* pública é um serviço de computação fornecido por fornecedores de terceiros através do público da internet. Estes serviços estão disponíveis para qualquer utilizador que pretenda usá-los e devem pagar apenas pelos serviços que consumiram (Yang & Tate, 2012).

A *cloud* pública refere-se a uma infraestrutura que estará disponível através de um fornecedor que será pago pelo operador. Entre as empresas que prestam este serviço, as principais são a *Microsoft*, a *Amazon*, a *Oracle*. Os principais *players* para soluções em *cloud* hoje são AWS e *Microsoft Azure* (Marston et al., 2011).

3.1.2 *Cloud* Privada

Os serviços informáticos fornecidos através da Internet ou da rede privada estão sob a *cloud* privada e estes serviços são oferecidos apenas a utilizadores selecionados em vez de pessoas comuns. Maior segurança e privacidade é delegada por nuvens privadas através da *firewall* e alojamento interno (Yang & Tate, 2012).

3.1.3 *Cloud* Híbrida

A *cloud* híbrida é a combinação de *cloud* pública e *cloud* privada. Na *cloud* híbrida, cada *cloud* pode ser gerida de forma independente, mas dados e aplicações podem ser partilhados entre nuvens na *cloud* híbrida (Yang & Tate, 2012).

3.2 Tipos de *nuvens*

Existem três serviços fornecidos pela computação em *cloud* que são

3.2.1 Software como serviço (SaaS)

Software como um Serviço (de *Software* Inglês *Software as a Service* – SaaS) refere-se a como transportar aplicações como um serviço de internet. Em vez de instalar o *software* no seu computador, o operador pode simplesmente aceder-lhe através da internet. Isto torna o utilizador livre para gerir *software* e *hardware* complexos. Os utilizadores do SaaS não precisam de comprar *software* ou *hardware*, manutenção e *up-grade*. A única coisa que o utilizador deve ter é uma ligação à Internet e, em seguida, aceder à aplicação - é muito fácil. Exemplo, *Microsoft Office 365*, *Google Apps*, etc. (Alves, 2001).

Por isso, o PaaS é o melhor do mundo quando o operador não quer ter qualquer nível de responsabilidade quer com a infraestrutura, quer com a configuração do ambiente que gere a aplicação da empresa, por exemplo (Venters & Whitley, 2012).

3.2.2 Plataforma como Serviço (PaaS)

A Plataforma *como* Serviço (PaaS) é um ambiente de desenvolvimento ou plataforma que é fornecido aos consumidores como um Serviço em PaaS, no qual o utilizador pode implementar o seu próprio *software* e codificação. O cliente tem a liberdade de construir as suas próprias aplicações que podem funcionar na infraestrutura do fornecedor. O fornecedor de serviços de produtos oferece uma composição do sistema operativo e servidor de aplicações para obter a capacidade de gestão das aplicações. Por exemplo, LAMP (Linux, Apache, MySQL e PHP), J2EE, Ruby etc. (Alves, 2001).

Entende-se, portanto, que o PaaS define um modelo de contratação de um serviço de terceiros ou um serviço em *cloud* que é atualmente muito difundido. Contrata algum serviço que irá fornecer uma infraestrutura necessária, contratada, para alojar alguma aplicação ou centro de dados, por exemplo, e assim, o operador não terá qualquer preocupação com as configurações da estrutura. A PaaS garante as configurações para que a aplicação possa funcionar

excessivamente bem e com os dados que ali foram armazenados (Venters & Whitley, 2012).

3.2.3 Infraestrutura como serviço (IaaS)

Muitos recursos informáticos são fornecidos pelo IaaS sob a forma de armazenamento, rede, sistema operativo, hardware e dispositivos de armazenamento a pedido. Os utilizadores do IaaS podem aceder aos serviços através de uma rede de longa distância, como a internet. Por exemplo, um utilizador pode criar máquinas virtuais iniciando sessão na plataforma IaaS (Alves, 2001).

Infraestrutura como Serviço (IaaS) é então um modelo dos modelos mais utilizados na conta de *cloud* de hoje. É como se os servidores de computação em *cloud* fossem contratados, o que irá alocar toda a parte da infraestrutura (redes, armazenamento, encaminhamento, MV) como um serviço. As principais plataformas de computação em *cloud* fornecem infraestruturas como um serviço, incluindo plataformas internacionais ou empresas mais pequenas basicamente fornecendo infraestruturas como um serviço (Venters & Whitley, 2012).

3.3 Benefícios da computação em *cloud*

Economia de custos: Na computação em *cloud*, os utilizadores só precisam de pagar pelos serviços que consumiram. O custo de manutenção é baixo porque o utilizador não precisa de comprar a infraestrutura (Askhoj, Sugimoto, Nagamori, 2015).

Flexibilidade: A computação em *cloud* é escalável. A rápida escalada das operações da sua empresa pode exigir uma rápida afinação de *hardware* e recursos para gerir estas variações, a computação em *cloud* proporciona flexibilidade (Askhoj, Sugimoto, Nagamori, 2015).

Segurança reforçada: A computação em *cloud* fornece alta segurança usando encriptação de dados, controlos de acesso fortes, gestão de chaves e inteligência de segurança (Askhoj, Sugimoto, Nagamori, 2015).

3.1 Segurança de informação

Na era da informação, os dados utilizados no dia a dia das empresas têm ganhado cada vez mais relevância, sendo reconhecidos como ativos de grande valor. Nesse sentido, as organizações devem priorizar a segurança na manipulação desses dados a fim de se manterem em dia com suas obrigações legais (Galvão; Ricarte, 2019).

O uso de ferramentas, como o *cloud computing*, representa um importante aliado para a segurança e o controle da informação, auxiliando nas atividades de adequação da companhia ao seu regramento interno e externo, que a auxiliam a evitar problemas como perdas, vazamentos e fraudes (Galvão; Ricarte, 2019).

A expressão *compliance* é de origem inglesa e pode ser entendida como sinónimo da palavra conformidade. Trata-se de um conceito que representa o alinhamento das atividades e processos de uma empresa conforme os parâmetros, obrigações, regras e leis específicas aplicadas tanto ao seu ambiente externo como interno. Sendo assim, o *compliance* trata do alinhamento da empresa ao regramento preestabelecido em seu mercado ou em suas ações internas. No âmbito interno, pode-se exemplificar as ações de *compliance* como os esforços dedicados à obediência a um determinado código de conduta. Enquanto no âmbito externo, esse conceito representa a obediência a certas leis aplicáveis ao seu setor de atuação como um todo (Galvão; Ricarte, 2019).

O armazenamento em *cloud* tem ganhado cada vez mais espaço no mundo empresarial, devido à facilidade e às vantagens que oferece no armazenamento, segurança e compartilhamento de arquivos e informações. Os riscos de roubo, fraudes, vulnerabilidade a ataques e perdas são reduzidos drasticamente devido aos protocolos de segurança adotados nesses ambientes (Galvão; Ricarte, 2019).

Tal facto permite um salto de qualidade na gestão da informação, capacidade de análise e o aprimoramento dos processos internos de uma empresa. O *compliance* também é afetado, pois as ações de melhores práticas ou, ainda, outras ações relacionadas ao cumprimento de uma legislação vigente,

por exemplo, são facilmente acedidas e disseminadas para cumprimento por toda a empresa (Galvão; Ricarte, 2019).

Muitos provedores de soluções em *cloud* também buscam por certificações que garantam maior credibilidade à sua oferta de valor e *compliance* às normas mais abrangentes a setores diversos. Sendo assim, as empresas que contrataram os serviços desses provedores acabam por receber de “maneira automática” esses mesmos benefícios em *compliance* também para as suas operações de TI (Galvão; Ricarte, 2019).

As empresas podem elaborar uma estratégia de *compliance* para a segurança da informação corporativa. Construir uma estratégia de *compliance* auxilia no controle contínuo da segurança das informações, garantindo mais proteção contra perdas e riscos de ciberataques (Galvão; Ricarte, 2019).

A segurança na *cloud* é a proteção de dados, aplicações e infraestruturas envolvidas na *cloud computing*. Muitos aspetos da segurança de ambientes de nuvem (pública, privada ou híbrida) são os mesmos de qualquer arquitetura de TI *on-premise*. As preocupações com segurança de alto nível afetam a TI tradicional e os sistemas de *cloud computing* do mesmo jeito. Elas incluem a exposição e vazamento de dados não autorizados, controlos de acesso fracos, suscetibilidade a ataques e interrupções na disponibilidade (Gartner, 2016).

As nuvens públicas oferecem a segurança apropriada para diversos tipos de carga de trabalho. No entanto, elas não são adequadas para tudo, principalmente porque elas não têm o isolamento das nuvens privadas. As nuvens públicas oferecem suporte a múltiplos locatários. Ou seja, aluga-se capacidade de computação (ou espaço de armazenamento) do fornecedor de serviços de *cloud* junto com outros “locatários” (Gartner, 2016).

Cada um deles assina um SLA com o fornecedor, que documenta quem é responsável pelo quê. É muito parecido com o aluguer de um espaço físico. O proprietário (fornecedor da nuvem) compromete-se a manter o edifício (infraestrutura em *cloud*), guardar as chaves (acesso) e não perturbar o locatário (privacidade). Em retorno, o locatário promete não fazer nada que afete negativamente a integridade do edifício ou incomode os vizinhos (por exemplo, executar aplicações não seguras). No entanto, não é possível escolher os seus vizinhos. Consequentemente, existe uma probabilidade de haver ameaças à

segurança. Embora a equipe de segurança de infraestrutura do fornecedor da nuvem fique de olho nos eventos incomuns, as ameaças escondidas ou agressivas – como ataques distribuídos de negação de serviço (DDoS) maliciosos – ainda podem afetar negativamente outros locatários (Gartner, 2016).

Felizmente, há alguns padrões de segurança, regulamentos e estruturas de controlo aceites pelo setor, como o *Cloud Controls Matrix da Cloud Security Alliance*. Também é possível isolar-se em um ambiente de vários locatários ao implantar mais medidas de segurança, como criptografia e técnicas de redução de DDoS, que protegem as cargas de trabalho contra uma infraestrutura comprometida. Se isso não for suficiente, será possível implantar *brokers* de segurança de acesso à *cloud* para monitorizar as atividades e aplicar políticas de segurança em funções corporativas de baixo risco. No entanto, tudo isso pode não ser suficiente nos setores que operam sob regulamentos rígidos de privacidade, segurança e conformidade (Gartner, 2016).

3.2 Riscos

As medidas de segurança estão muito relacionadas à tolerância a riscos e à análise do custo-benefício. Nem toda a carga de trabalho requer o mais alto nível de criptografia e segurança. Cita-se como exemplo, a possibilidade do dono trancar a porta de sua própria casa para manter todos os pertences relativamente seguros, mas ainda pode querer guardar os objetos de valor em um cofre. Dessa forma, os riscos para que não ocorram, requer que o dono da casa tenha boas opções para garantir a segurança de seus bens, nesse caso, seus dados (Gartner, 2016).

É por isso que cada vez mais empresas estão adotando as nuvens híbridas, que proporcionam o que há de melhor em todas as nuvens. A nuvem híbrida é a combinação de dois ou mais ambientes de nuvem (pública ou privada) interconectados (Gartner, 2016).

Com as nuvens híbridas, é possível escolher a localização das cargas de trabalho e dos dados com base nos requisitos de conformidade, auditoria, política ou segurança. Isso mantém as cargas confidenciais protegidas na nuvem

privada, enquanto você opera as mais comuns na nuvem pública. Há alguns desafios de segurança específicos da *cloud* híbrida, como migração de dados, maior complexidade e extensa superfície de ataque. No entanto, a presença de vários ambientes é uma das defesas mais fortes contra os riscos à segurança (Gartner, 2016).

3.3 Vulnerabilidades na migração de dados na *cloud* híbrida

A computação em *cloud* híbrida combina os benefícios da computação em *cloud* privada e pública: as informações de negócios essenciais podem residir em ambientes de nuvem privada seguros no local, enquanto dados e aplicativos sensíveis ao custo podem ser executados em centros de dados em nuvem multilocatários fora das instalações. Essa distribuição de cargas de trabalho de TI é baseada em uma compensação entre custo, desempenho e confiabilidade de um serviço. A computação em nuvem híbrida oferece a oportunidade de encontrar uma compensação ideal – mas também enfrenta desafios de segurança significativos (Jesus; Castro, 2019).

Uma das principais preocupações que impedem a migração para a nuvem é a segurança dos dados na nuvem. Embora os *data centers* de nuvem privada possam estar fisicamente localizados no local, eles ainda seguem o modelo de computação em nuvem: os dados armazenados na nuvem privada são acedidos pela infraestrutura de rede de TI privada, que é potencialmente vulnerável a violações, vazamento de dados, espionagem e ataques *man-in-the-middle* (Jesus; Castro, 2019).

A computação em nuvem híbrida permite que as organizações aproveitem os modelos de nuvem pública e privada. Os benefícios incluem a redução do risco de ameaças à segurança; no entanto, medidas adicionais são necessárias para gerir a segurança, pois a arquitetura geral de TI torna-se uma combinação complexa de implantações de *cloud* pública e privada (Jesus; Castro, 2019).

3.4 Ameaças a fornecedores da computação em *cloud*

Para garantir a segurança dos dados na *cloud* privada, Jesus e Castro (2019) recomendaram algumas práticas:

- Criptografe os dados estático e em transição.
- Use recursos fortes de gerenciamento de identidade e acesso (IAM).
- Use protocolos de criptografia (SSL/TSL) para transmissão segura de dados pela rede.
- Use protocolos de rede SSH para comunicação de dados entre conexões de rede não seguras.
- Comunique os riscos de segurança de dados inerentes a seus clientes e usuários finais.
- Avaliação e monitorização de risco

Os riscos enfrentados pelas redes em *cloud* evoluem rapidamente à medida que os cibercriminosos encontram novas maneiras de comprometer *endpoints* de rede vulneráveis e canais de comunicação. Para entender o comportamento da rede em nuvem a qualquer momento, será preciso um perfil de risco preciso. Essas informações são críticas para executar proativamente as atividades de mitigação de risco necessárias. Portanto, é importante seguir as práticas recomendadas por Jesus Castro (2019):

- Avalie e quantifique o risco enfrentado pelas iniciativas de migração de nuvem privada.
- Desenvolva um perfil de risco e identifique os recursos necessários para enfrentar os desafios de segurança dentro do orçamento disponível.
- Realize um ciclo de vida para gerenciamento de vulnerabilidades
- Mantenha todos os terminais de software e rede atualizados com *patches* de segurança.
- Monitorize o comportamento do tráfego de rede para atividades suspeitas.
- Use tecnologias avançadas de monitorização de rede baseadas em IA que correlacionam o comportamento da rede com atividades de risco em potencial enfrentadas pela nuvem.

- Visibilidade e controlo da nuvem híbrida

A computação em *cloud* oferece visibilidade e controlo limitados sobre a infraestrutura de TI, visto que é gerida e operada por um fornecedor terceirizado. O caso de uma nuvem privada local seria diferente, uma vez que a infraestrutura é dedicada para uso por uma única organização cliente e seus utilizadores autenticados (Jesus; Castro, 2019).

O *data center* geralmente é virtualizado ou definido por *software*, e esses clientes podem maximizar o controle sobre seus recursos. No entanto, a visibilidade e o controlo refinados para combater as soluções de segurança de *cloud* híbrida exigem experiência interna, soluções de tecnologia avançada e recursos de computação suficientes para acomodar os volumes crescentes de informações confidenciais de segurança e aplicações executadas em implantações de nuvem *cloud* internamente (Jesus; Castro, 2019).

3.5 Fornecedores de computação em *cloud*

A computação em *cloud* é um paradigma que consiste em localizar dinamicamente recursos de *hardware* e *software* virtualizados com um objetivo: fornecer todo o tipo de serviços através da Internet. Este modelo está a ser cada vez mais adotado por empresas de todo o mundo que procuram reduzir os elevados custos de manutenção da própria infraestrutura (Melo et al., 2017).

Uma característica fundamental deste modelo é fornecer ao utilizador a sensação de ter uma quantidade ilimitada de recursos computacionais, através da sua disponibilidade e elasticidade a pedido, o que por sua vez permite que o serviço seja expandido quase em tempo real. Outra possibilidade para as empresas que queiram oferecer algum tipo de serviço através da Internet é suportar os custos de aquisição da sua própria infraestrutura de computação em *cloud* (Melo et al., 2017).

Alguns dos principais provedores de Computação em *cloud* são: *Amazon*, *Microsoft Azure*, *Google Cloud Platform*, e, *IBM Cloud* (Brasil). É importante observar que todos esses provedores oferecem os recursos fundamentais que efetivamente caracterizam a Computação em *cloud* (Pomerantz, 2015).

Alguns provedores de hospedagem e terceirização tradicionais de *data centers* insistem em apresentar suas ofertas como “Computação em *cloud*”, o que dificulta ao mercado entender a diferença desse novo modelo em relação ao modelo tradicional. Portanto, vale lembrar novamente: se um provedor de serviços não oferece provisionamento e liberação de recursos sem intervenção humana, ou se a alocação de novos recursos (como servidores, espaço em disco) não é realizada em segundos ou poucos minutos, ele não está oferecendo Computação em *cloud*, apenas está usando o termo *cloud* de forma genérica, sem proporcionar os benefícios do novo modelo. Os provedores acima operam mundialmente, em larga escala, e têm *sítes* em português, com ampla literatura técnica (Pomerantz, 2015).

4 PLATAFORMA OPENSTACK

5.1 Openstack e acessibilidade em ambientes de múltiplas clouds

Aleluia (2019) explica que o *OpenStack* é um sistema operacional de código aberto para criação e gestão de infraestruturas de nuvens, e foi originalmente desenvolvido pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*, ou Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço), e pelo *Rackspace*, que é um provedor de infraestrutura americano. Assim, dentro de um *datacenter*, com ele é possível controlar recursos de computação, de armazenamento e também de rede. Esse sistema permite, portanto, a criação de nuvens tanto públicas quanto privadas.

Por ser um pacote *open-source* e gratuito, permite que pequenos *players* tenham oportunidade de implantar pequenas infraestruturas de nuvem. O *OpenStack* representa atualmente uma das maiores comunidades de desenvolvimento de computação em nuvem de código aberto, e também é o mais amplamente adotado na indústria (Aleluia, 2019).

Em relação ao seu desenvolvimento, tal plataforma é elaborada e lançada em ciclos de seis meses. Após esse lançamento inicial, as versões anteriores que ainda são mantidas também recebem atualizações. A versão corrente é a *Stain*, ao passo que uma nova, chamada de *Train*, já está sendo desenvolvida. Atualmente, cinco versões são mantidas (*Stain*, *Rocky*, *Queens*, *Pike* e *Ocata*), todas elas mantendo uma arquitetura bastante similar (Aleluia, 2019).

O *OpenStack* é composto por seis projetos que lidam com serviços básicos e estáveis da computação em nuvem, os quais são computação, rede, armazenamento de blocos, armazenamento de objetos, identidade e imagens. Além desses serviços principais, existem também muitos outros que abordam temas complementares à nuvem, dentre os quais se destaca o *Horizon*, que é o serviço de interface gráfica (Aleluia, 2019).

OpenStack, portanto, é uma solução como uma plataforma de *software* para computação em *cloud* livre e *opensource* geralmente desenvolvida como *IaaS* (*infrastructure-as-a-service*). Em outras palavras, trata-se de um sistema

operacional executado na *cloud* que permite ao utilizador controlar os recursos de computação, armazenamento e rede de todo um *datacenter* (Aleluia, 2019).

Logo, o administrador de sistemas gere todo o ambiente usando duas APIs (Application Programming Interfaces, ou interfaces de programação de aplicações): uma para *dashboard* de gerenciamento, outra para monitorização e ferramentas. O fator *open source*, por sua vez, resultou em uma significativa contribuição (técnica e financeira) por parte de mais de 20 mil especialistas e 675 instituições e empresas do setor, tais como: IBM, Huawei, Red Hat, AT&T, Intel, Ericsson, Ubuntu, SUSE, Cisco, Dell e Fujitsu (Aleluia, 2019).

5.2 Falhas de *software* na plataforma de computação em *cloud* OpenStack

De acordo com os pesquisas de Cotroneo et al. (2019) os temas de gestão de nuvens, como o *OpenStack*, são um elemento-chave das infraestruturas de computação em *cloud*. Fornecem abstrações e APIs para criar, destruir e programar instantaneamente instâncias MV; anexação e remoção de volumes e endereços IP; configurar definições de segurança, rede, topologia e equilíbrio de carga; e muitos outros serviços para infraestruturas em *cloud* e consumidores estruturantes.

Para os autores, é muito difícil evitar *bugs* de *software* na implementação de um conjunto tão rico de serviços; até março de 2018, a base de código do projeto *OpenStack* consistia em mais de 9 milhões de linhas de código (LoC), o que implica milhares de *bugs* de *software* residuais, mesmo sob os pressupostos mais otimistas sobre *bugs-per-LoC* (Cotroneo et al., 2019).

Como resultado destes insetos, muitas falhas de alta gravidade ocorreram em infraestruturas em *cloud* de fornecedores públicos causando interrupções de múltiplas horas e perda irrecuperável de dados dos utilizadores. Para evitar falhas graves, os desenvolvedores de *software* investem esforços para mitigar as consequências de bugs residuais (Cotroneo et al., 2019).

Exemplos: Práticas de programação defensivas, tais como a verificação de afirmação e registo, para detetar um estado de sistema incorreto em tempo

útil, e fornecer aos operadores do sistema informações úteis para uma rápida resolução de problemas.

Outra abordagem importante de acordo com Cotroneo et al. (2019), para mitigar falhas é implementar estratégias de contenção de falhas. Exemplos são:

1) Parar um serviço assim que ocorrer uma falha (isto é, um comportamento de paragem de falhas), transformando falhas de alta gravidade, como perda de dados, em exceções de API de menor severidade que podem ser manuseadas com elegância;

2) Notificar o sistema de gestão da *cloud* e os operadores de falhas através de registos de erros, para que possam diagnosticar, processar e executar ações de recuperação, tais como restaurar um posto de controlo estatal anterior ou cópia de segurança;

3) Separe os componentes do sistema em diferentes domínios para evitar falhas em cascata entre os componentes.

Assim, a proposta de investigação levada a cabo por Cotroneo et al. (2019) em que se propuseram adotar uma metodologia para avaliar a gravidade das falhas causadas por *bugs* de *software*, através da injeção deliberada de *bugs* de *software*. Assim, aplicaram esta metodologia no contexto do Sistema de Gestão de *Cloud OpenStack*. As experiências apontaram que o comportamento do *openstack* em caso de falha não está sujeito a deteção e recuperação automatizada. Em particular, o sistema apresenta frequentemente comportamentos não-falhados, nos quais continua a funcionar apesar das inconsistências no estado dos recursos virtuais, sem notificar o utilizador da falha, e sem produzir registos para ajudar os operadores do sistema. Além disso, descobrimos que as falhas podem espalhar-se por vários subsistemas antes de serem notificadas e que podem causar efeitos persistentes de uma recuperação difícil. Por último, os autores concluíram que existem fortes subsídios para, no futuro, atenuar a investigação sobre estes problemas, incluindo técnicas de verificação de tempo de execução para detetar falhas subtis em tempo útil e evitar corrupção persistente.

5.3 Efeitos do Envelhecimento do Software no Openstack

No estudo conduzido por Melo et al. (2017) afirmou a existência de alguns problemas relacionados para a gestão da sua própria infraestrutura de computação em *cloud*. Os problemas passarão de sustentar os elevados custos dos grandes ambientes informáticos até às despesas de arrefecimento. Há também problemas relacionados com o *software*, chamados "falhas de *software*" que ocorrem com muita frequência.

Segundo estes autores, estas falhas são maioritariamente parciais, ou seja, quando o serviço oferecido é lento ou a sua escalabilidade é limitada. As falhas de *software* são responsáveis por um certo grau de degradação do sistema durante a sua vida. Estes problemas conduzem a uma diminuição progressiva do desempenho do sistema, fazendo com que deixe de funcionar corretamente. Este processo de degradação chama-se envelhecimento de *software*. É responsável por inúmeros problemas como a fragmentação do disco, a corrupção e a perda de dados na unidade de armazenamento e fuga de memória (Melo et al., 2017).

Para Melo et al. (2017), o termo envelhecimento do *software* foi avaliado apenas como um fenómeno ocasional experimentado apenas por sistemas de engenharia. No entanto, ao longo dos anos, têm sido relatados cada vez mais estudos sobre falhas do sistema, e a principal causa destas falhas tem sido o envelhecimento do *software*. Por conseguinte, tornou-se um problema não negligenciável nos sistemas a longo prazo.

Como as pessoas, os animais e até o próprio mundo, os programas de computador envelhecem. A idade não pode ser interrompida por meios habituais, mas com alguns esforços podemos mitigar os seus efeitos, reduzindo danos e aumentando a vida útil dos sistemas. Ao compreender as suas causas, a prevenção torna-se uma ação fundamental, para evitar que o software se despenhe num momento inesperado (Melo et al., 2017).

Portanto, na pesquisa de Melo et al. (2017), o envelhecimento do software foi definido como um fenómeno que consiste principalmente em aumentar a degradação do estado interno de um software durante a sua vida operacional. Devido à sua propriedade cumulativa, o envelhecimento do

software ocorre mais intensamente em sistemas que estão em execução por um longo período de tempo. Estes sistemas também são mais propensos a entrar em estado crítico porque têm a sua integridade prejudicada pela grande quantidade de falhas de *software*.

Portanto, no estudo de Melo et al. (2017), Openstack foi abordado e experimentado em duas vertentes principais: Computação e Armazenamento. No que diz respeito à primeira vertente, os autores consideram que a *OpenStack* fornece a gestão de grandes redes compostas por MV, o que permite a criação de uma plataforma de computação em *cloud* redundante e escalável; Além de fornecer o *software*, APIs e painéis de controlo necessários para a gestão do ambiente. No *OpenStack Storage* ou *Cinder*, temos um processo de agrupamento de servidores, permitindo o armazenamento de dados em larga escala. A *Openstack* também fornece uma vertente chamada *Neutron*, implementa o modelo "*network-as-a-service*".

Neste estudo, Melo et al. (2017) investigou os efeitos do envelhecimento do *software* na plataforma de computação em *cloud Openstack*. Para acelerar o processo de degradação ambiental, a carga de trabalho realizou operações de reinício e cessação contínuas nas máquinas virtuais. Cerca de três dias depois, houve uma falha no sistema. Os recursos eram monitorizados a cada 1 minuto. Foi identificado que a memória total consumida pelo MySQL o processo atingiu um estado de crescimento exponencial; O MySQL é um dos componentes mais importantes para manter a disponibilidade do OpenStack. Cinderela, New Compute e outros processos associados ao Openstack começaram a usar memória de troca devido à falta de RAM causada pela fuga de memória mySQL.

A utilização de séries temporárias revelou-se uma estratégia eficiente para estimar a utilização dos recursos ao longo do tempo. Nos seus resultados, portanto, Melo et al. (2017) concluiu que, apesar da utilização de uma infraestrutura compacta de computação em *cloud*, a eficácia e a potência da *openstack* podem ser identificadas na entrega de um ambiente de cloud de baixa despesa aos prestadores de serviços. E que, apesar dos benefícios, pode destacar problemas decorrentes do envelhecimento do *software* na *cloud*. Assim, iniciaram uma nova possibilidade de investigação, para executar

estratégias de rejuvenescimento de *software* e analisar o seu impacto na disponibilidade do sistema *Openstack*.

Aleluia (2019) apresentou algumas reflexões importantes, nas quais aborda a diferença entre *OpenStack* e as ferramentas de virtualização, e afirmou que o *OpenStack*, é referido e entendido como computação em *cloud*, por sua vez, é um conceito que envolve o uso da tecnologia de virtualização. Já a virtualização é um método que permite a divisão de um servidor físico em múltiplos servidores lógicos, conforme se costuma fazer por meio de *softwares* como o Virtualbox.

Portanto, entender as diferenças entre *OpenStack* e ferramentas de virtualização é muito simples: o primeiro tem por objetivo compartilhar recursos como serviço (as-a-service); enquanto as ferramentas de virtualização são produtos de software usados para desenvolver soluções do tipo (Aleluia, 2019).

O *OpenStack* é uma plataforma incrivelmente robusta que utiliza da computação em *cloud* para providenciar serviços completos de computação, armazenamento e redes (Aleluia, 2019).

PARTE II - ENQUADRAMENTO EMPÍRICO

6 CURSO METODOLÓGICO DA INVESTIGAÇÃO

Este capítulo mostra o planeamento metodológico estabelecido para orientar a realização de objetivos na procura de soluções para os problemas da investigação proposta.

6.1 Abordagem de investigação

A abordagem de pesquisa foi o nível não correlacional, porque a variável era objeto de estudo, isto é, o *Openstack* para a gestão da migração auto-desajustada entre nuvens heterogêneas da organização. Segundo Gil (2018), a investigação correlacional é um tipo de investigação não experimental em que o investigador mede duas ou mais variáveis e estabelece uma relação entre elas (correlação), sem a necessidade de incluir variáveis externas para chegar a conclusões relevantes.

No entanto, a característica mais importante da investigação não correlacional é que as variáveis tratadas são medidas (sem serem manipuladas) e os resultados são verdadeiros, independentemente do tipo de variável (quantitativa ou categórica) (Gil, 2018).

Para esta dissertação, a investigação de nível não correlacional foi escolhida através de inquéritos e questionários elaborados e realizados a partir dos quais a informação é recolhida. Neste tipo de investigação, deve ser escolhida uma amostra aleatória ou um grupo de participantes. A utilização de inquéritos no âmbito da investigação correlacional é muitas vezes altamente conveniente, no entanto, se os participantes não forem honestos sobre isso, podem alterar os resultados finais da pesquisa de várias maneiras (Gil, 2018).

6.2 Nível de investigação

O nível descritivo foi escolhido para ser adotado em investigação não correlacional, para descrever situações e direções que são adotadas por

operadores de *openstack* no ambiente organizacional, a partir da manifestação e análise de variáveis com o objetivo de descrever como os objetivos ocorrem na realidade pesquisada.

O nível descritivo foi escolhido porque visa estudar, gravar, analisar e interpretar um problema de investigação sem a interferência de quem está a investigar. Assim, o seu objetivo é identificar características e variáveis que estejam relacionadas com o fenómeno que é objeto de estudo da investigação, procurando estabelecer as relações entre todos estes fatores (Gil, 2018).

Assim, vários métodos podem ser usados para a recolha de dados, tais como documentos, estudos de campo, inquéritos, observação e questionários, apenas para citar alguns exemplos. Além disso, tem duas características principais, que são a naturalidade, ou seja, o problema da investigação é analisado no seu estado natural, e um elevado grau de generalização, porque as conclusões devem ter em conta todo o conjunto de variáveis que se relacionam com o objeto do estudo (Gil, 2018).

6.3 Método de pesquisa

Quanto ao método, escolheu-se o modelo não experimental, uma vez que o investigador não vai manipular as variáveis, mas que, segundo Gil (2018), podem não ter variáveis independentes. O investigador observa o contexto em que o fenómeno se desenvolve e o analisa para obter informação.

Ao contrário da investigação experimental, em que as variáveis permanecem constantes, a investigação não experimental é realizada durante o estudo. Mas, o investigador não pode controlar, manipular ou alterar os sujeitos, confia em interpretações ou observações para chegar a uma conclusão. Isto significa que o método não deve basear-se em correlações pesquisadas ou estudos de caso, e não pode demonstrar uma relação causa-efeito (Gil, 2018).

6.4 Estudar população e estudar amostra de participantes

O planeamento operacional da investigação consiste em prever as ações que devem ser levadas a cabo para aplicar a estratégia de investigação

escolhida. Estas ações dizem respeito à seleção da população a estudar, à definição de variáveis e recolha de dados, bem como à análise dos dados recolhidos (GIL, 2018).

6.4.1 População

Para esta dissertação participou a população de operadores de *cloud* da organização, que por questões de confidencialidade, não será identificada; portanto, o procedimento consiste em investigar as características, benefícios e desafios da gestão de várias infraestruturas virtualizadas pela plataforma *Openstack*, sistema operativo de múltiplas *clouds*. E especificamente:

1. Analisar uma visão geral da computação em *cloud*, tais como: segurança da informação, riscos, vulnerabilidades, ameaças e fornecedores de computação em *cloud*;
2. Compreender as principais características do processo de migração de MV entre contas em múltiplas nuvens homogéneas e heterogéneas;
3. Investigar a *plataforma Openstack* como solução para a migração do fornecedor *lock-in* e MV entre múltiplas *clouds* heterogéneas e de forma automatizada entre nuvens para facilitar a migração;
4. Realizar testes laboratoriais tendo em conta a aplicabilidade da plataforma *Openstack* para gerir a migração automatizada entre fornecedores de *cloud* numa determinada organização;
5. Avaliar as perceções dos operadores do *datacenter* em relação a aplicação da computação em *cloud* híbrida na organização, e em relação ao uso da *plataforma Openstack*, traçando-se um paralelo de perceções antes e após a nova proposta poder ser adotada na realidade organizacional.

6.4.2 Amostra

O quadro 1 apresenta os dados inerentes à composição da amostra que estava prevista para a construção desta dissertação e que poderia ajudar a compreender a utilização do software educativo nas aulas de matemática da realidade escolar pesquisada.

Tabela 1. Amostra participando no estudo.

Unidades de observação e análise		População		Amostra	
		N	%	N	%
Institucional	Empresa <i>Cloud Commerce</i>	1	100%	1	100%
Humano	Operadores de <i>cloud</i>	4	100%	4	100%
	Gestores de <i>Cloud</i>	1	100%	1	100%
TOTAL		6	100%	6	100%

Da população total, foram selecionados aleatoriamente os recursos humanos totais compostos por operadores de *cloud* (100%) e gestores de *cloud* (100%) de uma organização, por ética, identificada e referida na dissertação como *Cloud Commerce*. Como população estudada, a utilização de uma amostra institucional também está incluída.

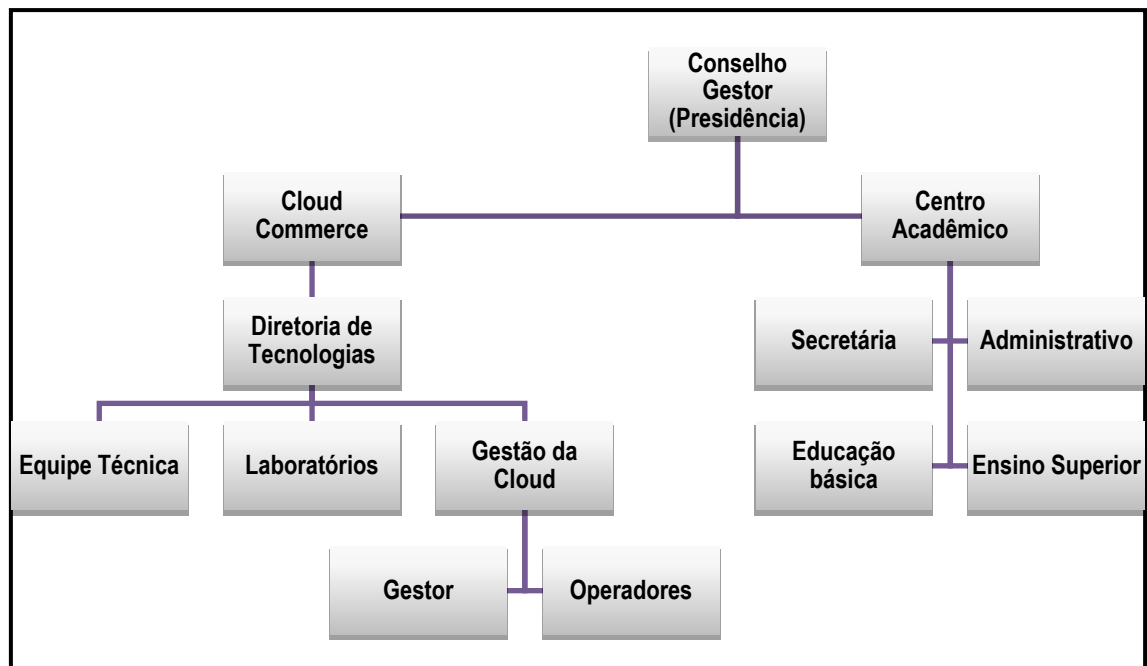
6.5 Local de investigação

O trabalho de investigação de campo foi realizado na Empresa *Cloud Commerce*, que realiza consultorias para uma instituição de educação de ensino superior através de recursos informáticos interligados à múltiplas *clouds* sem utilizar os recursos e ferramentas disponibilizadas pelo Openstack.

Por ser a *Cloud Commerce* subsidiária direta de uma instituição de ensino superior, salienta-se que esta é uma organização que possui um centro académico responsável por escolas de educação infantil e educação básica, e também oferece cursos de graduação e pós-graduação na área de tecnologia, entre os quais: Análise de Sistemas, Ciência da Computação, Engenharia da Computação, Licenciatura em Matemática e Engenharia de Produção.

A empresa *Cloud Commerce* foi criada em 2008 pelo Conselho Gestor do Centro Académico referido, com o propósito de qualificar o sistema de informática, inovar no processo de gestão das informações e dos sistemas informáticos para o referido centro académico. Dessa forma, a Figura 1 mostra a estrutura organizacional da empresa *Cloud Commerce* discutida acima.

Figura 1. Estrutura Organizacional *Cloud Commerce*.



Especificamente, a amostra participante dessa dissertação, refere-se aos inquéritos que foram recolhidos junto ao gestor de gestão da *Cloud* da Instituição e também os operadores que compõem a equipe de gestão da *cloud* da instituição. Por isso, apesar da importância das funções de cada subdivisão apresentada na figura, em relação à estrutura organizacional da empresa, nesta dissertação foca-se sobre a atuação da *cloud computing* e o uso do *Openstack* pelos gestores e operadores referidos, os quais estão diretamente cuidando de questões ligadas a projeto, implantação e suporte de serviços de TI.

6.6 Instrumentos

A investigação, da qual se refere o trabalho, baseou-se em dois aspetos coerentes, qualitativos e quantitativos, tanto do investigador como do investigado, com uma visão ampla do valor sobre a importância da investigação nos seus diversos aspetos. Portanto, a investigação é um instrumento sistemático que permite a descoberta de novos dados nas várias áreas do conhecimento, proporcionando um olhar crítico e reflexivo em qualquer área do conhecimento.

Pela sua eficácia, foi decidido realizar pesquisas de campo. "A investigação não está a copiar ideias de vários autores, mas sim a construir formas próprias de investigação para reconstruir a realidade de acordo com "os nossos interesses e esperanças". (DEMO, 2001, p. 10).

Nesse sentido, o investigador, que já trabalha na organização, organizou dois instrumentos para a recolha de inquéritos dos gestores e dos operadores da *cloud* da instituição campo de pesquisa, sendo planeados, portanto, dois questionários contendo quatro perguntas de tipo fechada dicotómica (sim ou não) e, em seguida, pedindo-se a descrição de inquérito através de uma justificativa para basear a resposta escolhida.

Questionário 1: Foi planeado para conter quatro perguntas, sendo que estas perguntas estão do tipo fechada dicotómica e aberta com descrição literal da perceção dos gestores e dos operadores sobre a atual situação do sistema de computação em *cloud* e sobre as expectativas de uma mudança da estrutura com a utilização da aplicação e das ferramentas *Openstack*. O Quadro 1 apresenta os questionários que foram realizados na primeira versão do questionário.

Quadro 01. Questionamentos no instrumento de recolha de dados 01.

Pergunta 1. Você avalia de que forma o trabalho que está sendo realizado pela <i>Cloud Commerce</i>? () Satisfatório () Não satisfatório Justifique sua resposta.	Pergunta 3. Você sabe o que é ou já ouviu falar sobre os recursos e ferramentas <i>Openstack</i>? () Sim () Não Justifique sua resposta.
Pergunta 2. Seria bom a gestão da <i>cloud</i> da instituição realizar alterações no atual sistema de informática? () Sim () Não Justifique sua resposta.	Pergunta 4. Se sua resposta na pergunta 3 foi não, não responda. Se foi sim, seria uma boa opção para mudar o sistema da instituição? () Sim () Não Justifique sua resposta.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Questionário 2: Foi planeado para conter quatro perguntas também, sendo que estas perguntas são do tipo aberta, para se recolher os inquéritos dos

membros da amostra sobre sua percepção da atividade que culminou com o uso das ferramentas *Openstack* pela *Cloud Commerce*. O Quadro 2 apresenta as questões que foram realizadas na primeira versão do questionário.

Quadro 02. Questionamentos no instrumento de coleta de dados 02.

Pergunta 1. Qual a sua principal percepção sobre a possibilidade da empresa usar o <i>Openstack</i> ?	Pergunta 3. Através do <i>Openstack</i> pode-se utilizar múltiplas <i>clouds</i> para gerir os dados informáticos?
Pergunta 2. A ferramenta que você acabou de utilizar atende as expectativas para a instituição ou requer novos testes?	Pergunta 4. O <i>Openstack</i> seria a solução viável para a migração do fornecedor <i>lock-in</i> e MV entre multiplas <i>clouds</i> ?

Fonte: Elaborado pelo autor.

6.6 Interpretação e análise dos instrumentos de recolha de dados

Em relação aos inquéritos coletados pelo questionário 1 (Quadro 01), estes sofreram análises a partir de dois enfoques analíticos. Sendo que por terem questões de tipo abertas e fechadas precisaram sofrer análises através de duas abordagens: qualitativa e quantitativa.

Os dados sobre as questões de tipo fechadas, consideram a escolha de duas opções pelos participantes da pesquisa, desde forma, estes dados sofreram análises quantitativas, considerando a análise estatística e a organização dos dados através de gráficos de pizza contendo descrição das percentagens dos resultados obtidos com essas respostas.

Já as questões de tipo abertas, considerando estas serem as justificativas para as questões de tipo fechadas, então, a análise do inquérito ocorreu de forma qualitativa, considerando a descrição literal das respostas recolhidas e também realizando a análise de conteúdo e interpretação sistemática de seus

conteúdos para, por fim, proceder à fundamentação teórica dos resultados que foram obtidos com o questionário 1 aplicado à amostra.

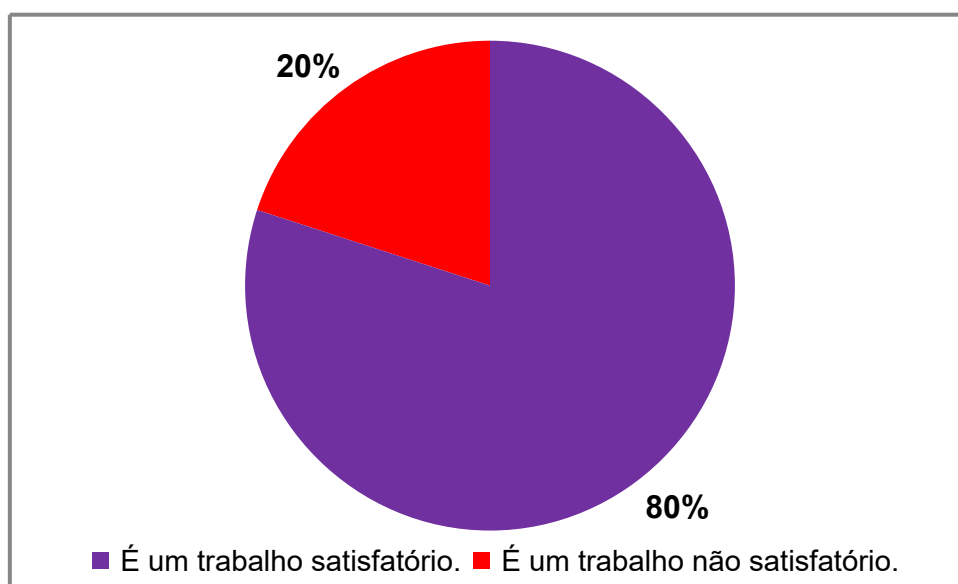
Em relação aos inquéritos recolhidos pelo questionário 2 (Quadro 02), os dados que foram obtidos sofreram análises de seus conteúdos, sendo descritos no bojo do trabalho a resposta da amostra, sendo estas organizadas em tabelas contendo a descrição literal e posteriormente, procedendo-se a análise dos dados e a fundamentação teórica dos mesmos.

7 ANÁLISE DE DADOS

7.1 Dados sobre a realidade da computação em *cloud* da organização

A procedimento de recolha de inquéritos iniciou-se com a realização da pergunta inicial, a qual propunha a seguinte questão: Você avalia de que forma o trabalho que está sendo realizado pela *Cloud Commerce*? Os dados dessas respostas foram organizados no gráfico 01 e com as justificativas descritas no quadro 03.

Gráfico 01. Percepção dos gestores e operados sobre o trabalho que está sendo realizado pela *Cloud Commerce*.



Segundo as respostas obtidas com os inquéritos, 80% declararam que o trabalho que está sendo realizado pela *Cloud Commerce* é um trabalho satisfatório, e a opinião foi divergente para 20% dos respondentes. Os dados evidenciam incertezas quanto a atual qualidade da gestão e dos serviços de computação em *cloud* realizados pela instituição e pela *Cloud Commerce*. Assim, pediu-se para que justificassem as suas respostas, as quais foram literalmente descritas no quadro 03.

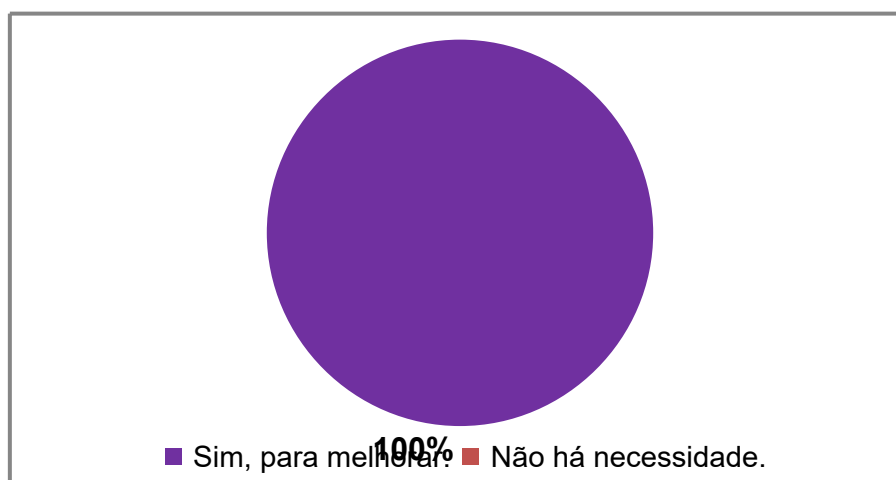
Quadro 03. Respostas-justificativas do trabalho realizado na instituição.

1) Você avalia de que forma o trabalho que está sendo realizado pela <i>Cloud Commerce</i> ?	
Gestor A	É Satisfatório. A perspectiva da <i>cloud</i> da instituição está com sua integridade mantida. Apesar de ainda ser uma <i>cloud</i> privada.
Operador 1	É satisfatório. (Não justificou a resposta)
Operador 2	Satisfatório ao meu ver. (Não justificou a resposta)
Operador 3	Compreendo que não é satisfatório por ser realizado ainda sem uma ferramenta de ponta. Temos alguns problemas de sumiço de dados que podem comprometer a integridade do sistema.
Operador 4	O trabalho realizado é satisfatório porque não temos problemas aparentes. São raros os que ocorrem.

As respostas confirmam o que já foi apresentado nos estudos de Augusto et al. (2013) e Moreira et al. (2004), que o trabalho dos gestores e dos operadores que atuam diretamente com a computação em *cloud* nas organizações, categoriza a segurança dos dados, a acessibilidade, a integridade e a manutenção do sistema, apesar dos riscos que surgem diariamente para interferir na segurança do sistema na *cloud*.

Na segunda pergunta foi proposto o seguinte questão: Seria bom a gestão da *cloud* da instituição realizar alterações no atual sistema de informática? Os dados dessas respostas foram organizados no gráfico 02.

Gráfico 02. Percepção dos gestores e operadores sobre a gestão realizar alterações no atual sistema de informática.



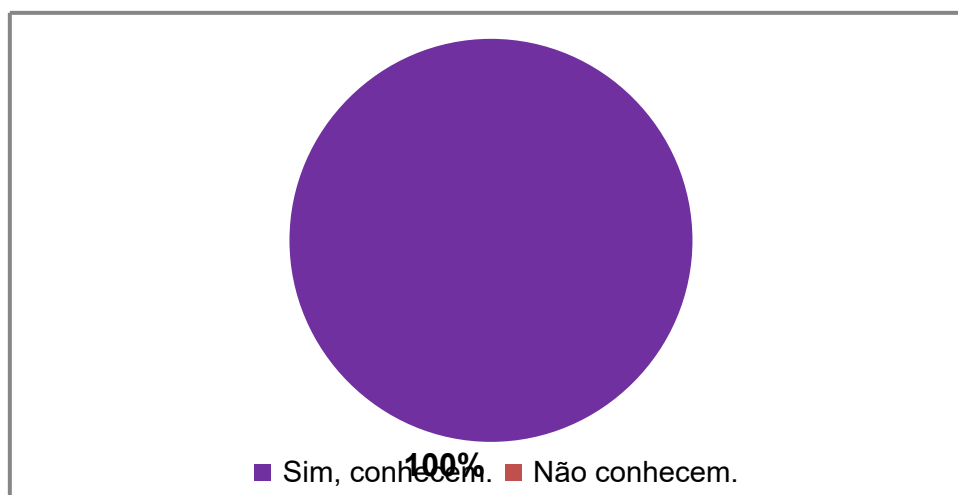
Todos os participantes da amostra (100%) confirmaram que é importante o papel da gestão da *cloud* da instituição realizar alterações no atual sistema de informática, e os motivos para assim responderem não foram muito representativos, pois somente dois representantes descreveram respostas à questão, as quais foram descritas no quadro 04.

Quadro 04. Respostas-justificativas sobre alterações no sistema.

2) Seria bom a gestão da <i>cloud</i> da instituição realizar alterações no atual sistema de informática?	
Gestor A	Sim, porque seria possível melhorar o sistema.
Operador 1	Sim. (não justificou)
Operador 2	Sim. (não justificou)
Operador 3	Sim. Haveria melhoras significativas em toda a estrutura <i>cloud</i> .
Operador 4	Sim. (não justificou)

Na terceira pergunta foi proposta a seguinte questão: Você sabe o que é ou já ouviu falar sobre os recursos e ferramentas *Openstack*? Os dados dessas respostas foram organizados no gráfico 03 e suas respectivas justificativas descritas no quadro 05.

Gráfico 03. Percepção dos gestores e operadores sobre conhecerem os recursos e ferramentas da plataforma *Openstack*.



Todos os participantes da amostra (100%) confirmaram que conhecem os recursos e ferramentas da plataforma *Openstack*. E, expuseram o nível desse conhecimento através das respostas que foram descritas no quadro 05.

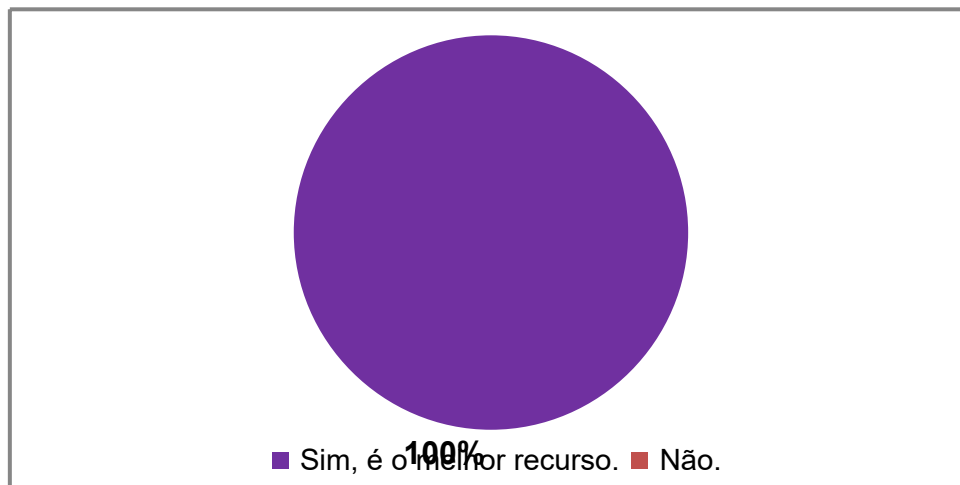
Quadro 05. Respostas-justificativas o trabalho realizado na instituição.

3) Você sabe o que é ou já ouviu falar sobre os recursos e ferramentas <i>Openstack</i> ?	
Gestor A	Sim. Conheço os benefícios dessa plataforma.
Operador 1	Sim. Uma ótima plataforma para coincidir <i>clouds</i> privadas e públicas.
Operador 2	Sim. É uma plataforma de excelência quando o assunto é computação em <i>cloud</i> .
Operador 3	Sim. (não justificou).
Operador 4	Sim. Excelente plataforma.

As justificativas dos inquéritos revelaram que os profissionais entrevistados têm conhecimento sobre a plataforma *Openstack* mas não conseguiram expor algum fundamento da sua configuração, nas suas respostas. Apenas foi salientado e evidenciado que se trata de uma plataforma de excelência e de sucesso na gestão das informações e dos dados que estão protegidos na *cloud*, aspetos que foram coerentemente transcritos e observados por Jesus & Castro (2019), Pomerantz (2015) e Aleluia (2019).

Na quarta pergunta foi proposta a seguinte questão: O *Openstack* Seria uma boa opção para mudar o sistema da instituição? Os dados dessas respostas foram organizados no gráfico 04 e no quadro 06.

Gráfico 04. Percepção dos gestores e operadores sobre o *Openstack* ser opção para mudar o sistema.



Todos os participantes da amostra (100%) confirmaram que o *Openstack* seria uma boa opção para mudar o sistema da instituição. E, expuseram no quadro 06 as suas justificativas.

Quadro 06. Respostas-justificativas do trabalho realizado na instituição.

Pergunta 4. O <i>Openstack</i> seria uma boa opção para mudar o sistema da instituição?	
Gestor A	Sim. Porque seria possível adotar máquinas virtuais que poderiam migrar dados entre a <i>cloud</i> privada e outras <i>clouds</i> .
Operador 1	Sim. Certamente teremos economia de dados e de custos.
Operador 2	Sim. Poderíamos usar por demanda os recursos de várias <i>clouds</i> .
Operador 3	Sim. (Não justificou).
Operador 4	Sim. Seria uma solução viável para a instituição.

As respostas evidenciam uma concepção positiva e de benefícios que seriam remetidos à instituição, principalmente porque os dados armazenados na *cloud* privada poderiam ser divididos com outras *clouds* para melhorar o acesso das MV, melhorando, certamente, o desempenho da computação em *cloud* da empresa. Tais aspectos positivos já foram abordados nas pesquisas que foram realizadas por Pomerantz (2015) e Aleluia (2019).

7.2 Dados do questionário 02 obtidos após o teste com *Openstack*

A partir deste momento, as análises dos resultados voltam-se para os inquéritos recolhidos com a aplicação do questionário 02, o qual foi aplicado após os participantes da amostra visualizarem o sistema de computação em *cloud* disponibilizado por um outro gestor, somente para compreensão das novas possibilidades de se trabalhar com *clouds* híbridas e a virtualização dos serviços, bem como a segurança e integridade dos dados.

Salienta-se que a observação e compreensão do uso da rede *cloud* híbrida que foi demonstrada e apresentada aos participantes foi obtida após a permissão do gestor e da empresa que o mesmo trabalha, os quais, por questões éticas, não serão citados, identificados ou referidos direta e indiretamente no corpo desta pesquisa, pois, por solicitação dos mesmos, também, foi pedido que não fossem identificados.

Mas importa considerar que estes permitiram aos participantes da pesquisa evidenciar na prática os benefícios e desvantagens do sistema que utiliza migração entre *clouds* em suas máquinas virtuais e assim, foi possível aos participantes da pesquisa, responder às perguntas do questionário 02, iniciando-se com a pergunta: Qual a sua principal percepção sobre a possibilidade da empresa usar o *Openstack*? Sendo que os inquéritos obtidos no questionário foram descritos no quadro 07.

Quadro 07. Percepções sobre o uso do *Openstack*.

Pergunta 1. Qual a sua principal percepção sobre a possibilidade da empresa usar o <i>Openstack</i> ?	
Gestor A	Eu já tinha conhecimento dos muitos benefícios do <i>Openstack</i> , mas fiquei impressionado como os benefícios da migração entre <i>clouds</i> podem melhorar o sistema utilizando o <i>Openstack</i> . Percebi que podem ser vantajosas para a nossa organização.
Operador 1	O colega explicou muito bem todas as ferramentas e todas as possibilidades de armazenar dados sigilosos na <i>cloud</i> privada e as vantagens de utilizar os serviços de uma rede pública

	para realizar os demais serviços. É uma questão económica e funcional.
Operador 2	Pelo que entendi, o cliente paga apenas pela utilização efetiva dessas máquinas. Essa capacidade de alocar recursos conforme a necessidade é denominada de elasticidade. É muito produtivo e seguro.
Operador 3	Entendi que quem compra o serviço da nuvem híbrida para aplicar os serviços nas máquinas virtuais paga apenas pelos recursos que efetivamente são utilizados. Assim, a computação em nuvem pode ser vista como menos custosa, segura e eficiente.
Operador 4	Os dados das <i>clouds</i> podem ser acedidos pelo gestor de qualquer lugar. Os serviços são melhorados conforme a necessidade e os custos acompanham as necessidades, sem pagar os excedentes.

Os inquéritos à primeira questão evidenciam as percepções sobre a possibilidade da empresa *Cloud Commerce* empregar em sua atual estrutura todas as ferramentas da Plataforma *Openstack*, dessa forma, todos responderam de forma positiva e benéfica quanto ao uso dessa plataforma, evidenciando que há mais vantagens do que malefícios do uso dela na organização, podendo-se pontuar as seguintes vantagens como mais relatadas nos inquéritos:

- Migração entre *clouds* podem melhorar o sistema utilizando o *Openstack*;
- Armazenamento de dados sigilosos na *cloud* privada e demais serviços em *cloud* pública;
- Questões de economia dos custos e funcionalidade;
- O cliente paga apenas pela utilização efetiva dos serviços nas máquinas virtuais;
- Elasticidade do sistema de computação em *cloud*;
- Computação em *núvem* pode ser vista como menos custosa, segura e eficiente;

- Os dados das *clouds* podem ser acedidos pelo gestor de qualquer lugar;
- Os serviços são melhorados conforme a necessidade.

Os resultados desses inquéritos, por semelhança, já foram comentados nos estudos de Dembogurski et al. (2018) ao afirmarem que a computação em *cloud* vem atraindo a atenção de instituições de ensino e pesquisa e também do mercado nos últimos anos, têm como principal papel a oferta da infraestrutura necessária à aplicação dessa tecnologia. Pode-se destacar a privacidade voltada para os dados armazenados nas *clouds*, já que, além do espaço de armazenamento ser por essência compartilhado, a plataforma *Openstack* tem a sua interconexão entre os provedores de serviço de armazenamento em *cloud* baseada na infraestrutura da Internet.

Em outra pesquisa, constatou-se que o provedor de computação em *cloud* deve fornecer um conjunto de recursos (*pool*) capaz de ser empregado por vários clientes simultaneamente. Os recursos físicos e virtuais são alocados e liberados de forma dinâmica. O *pool* de recursos deve abstrair, para o cliente final, os aspectos de MV, processamento, memória, armazenamento, banda passante de rede e interconexão. A gestão e a localização dos recursos computacionais podem ser tanto da própria organização como terceirizado (Marinescu, 2013).

Na sequência, os participantes responderam a segunda questão do questionário, sendo: A ferramenta que você acabou de utilizar atende as expectativas para a instituição ou requer novos testes? Sendo que os inquéritos obtidos no questionário foram descritos no quadro 08.

Quadro 08. Percepções sobre expectativas do *Openstack* à empresa.

Pergunta 2. A ferramenta que você acabou de utilizar atende as expectativas para a instituição ou requer novos testes?	
Gestor A	Sim, completamente. Melhoram em muito o atual sistema da instituição, do centro acadêmico e da própria <i>Cloud Commerce</i> .
Operador 1	O que vi foi suficiente para concluir que sim.
Operador 2	Penso que alguns testes podem ser feitos para concluir em definitivo, mas são resultados promissores.

Operador 3	Sim. (Não justificou).
Operador 4	Sim. Seria uma solução viável para a instituição.

As respostas apresentadas no quadro 08 referentes a segunda questão demonstraram que os respondentes percebem que o *Openstack* é uma plataforma que atende todas as expectativas e necessidades da instituição, principalmente para manter a acessibilidade, a integridade, a segurança e o sucesso da plataforma para a realidade organizacional que está sendo referida nessa dissertação.

Os resultados obtidos no quadro 08 já foram referidos por Miranda (2017) ao afirmar que a computação em *cloud* atende a necessidade de construir complexas infraestruturas de tecnologia da informação, que tem o papel central e é objeto crítico para assegurar a continuidade de operação em várias organizações, oferecendo uma forma de utilização otimizada dos recursos de computação e *hardware* sob demanda através da internet, além das características essenciais para isso, como elasticidade, disponibilidade, compartilhamento de recursos, medição e monitoramento, apresentados para utilizadores finais sob a forma de serviço, sem a necessidade de ter conhecimento sobre a tecnologia utilizada e sem se preocupar com os problemas de alocação de espaço para *hardware* e até mesmo a manutenção de máquinas e equipamentos.

Em seguida, foi questionado aos participantes a terceira questão do questionário, sendo: Através do *Openstack* pode-se utilizar múltiplas *clouds* para gerir os dados informáticos? Sendo que os inquéritos obtidos no questionário foram descritos no quadro 09.

Quadro 09. Percepções sobre *Openstack* e cloud híbrida na gestão dos dados.

Pergunta 3. Através do <i>Openstack</i> pode-se utilizar múltiplas <i>clouds</i> para gerir os dados informáticos?	
Gestor A	Sim, vimos como todo o processo híbrido acontece.
Operador 1	Sim. Os benefícios são bem promissores.
Operador 2	Sim. Esse é um ponto dos mais importantes.
Operador 3	Sim. (Não justificou).
Operador 4	Sim. (Não justificou).

As respostas apresentadas no quadro 09 referentes a terceira questão demonstraram que os respondentes percebem que o Openstack é uma plataforma que utiliza múltiplas *clouds* para gerir os dados informáticos das organizações, o que, segundo Miranda (2017) acontece porque o *OpenStack* pode ser instalado em um único ou diversos servidores, de modo *single cloud*, *two clouds* ou *multi-clouds*, mas a melhor prática é que cada um dos grupos da arquitetura principal sejam instalados em servidores separados, ou seja, cada grupo com seu próprio *node*. Isso porque uma das bases do *OpenStack* é que foi construído para funcionar com *hardware* genéricos e pode ser dimensionado horizontalmente com grande facilidade, o que significa adicionar mais servidores para agrupar recursos, independentemente da variedade desses servidores.

Ainda segundo Miranda (2017), os fornecedores de soluções em nuvem empregam vários sistemas de backup e de replicação de forma a manter a integridade física dos dados que estão armazenados na nuvem e a sua disponibilidade. Isso é particularmente interessante para organizações menores, e mesmo para utilizadores particulares, que tem dificuldades ou falta de disciplina para manter *backups*. A replicação dos dados possibilita que, mesmo na presença de falhas, se tenha acesso aos dados, ou seja, isso agrega disponibilidade a esses dados.

Por fim, a quarta questão que foi realizada os participantes foi a seguinte: O *Openstack* seria a solução viável para a migração do fornecedor *lock-in* e MV entre múltiplas *clouds*? Sendo que os inquéritos obtidos no questionário foram descritos no quadro 10.

Quadro 10. Percepções sobre *cloud* híbrida e acesso em MV.

Pergunta 4. O <i>Openstack</i> seria a solução viável para a migração do fornecedor <i>lock-in</i> e MV entre múltiplas <i>clouds</i> ?	
Gestor A	Sim, vimos como todo o processo híbrido acontece.
Operador 1	Sim. (Não justificou).
Operador 2	Sim. (Não justificou).
Operador 3	Sim. (Não justificou).
Operador 4	Sim. (Não justificou).

As respostas mostram que ainda há muitas dúvidas sobre o funcionamento do sistema, e que há falta de conhecimento sobre as características do Openstack e sua utilização em MV que utilizam computação em *cloud* híbrida ou múltiplas *clouds*. Mas todos confirmaram que o *Openstack* seria a solução viável para a migração do fornecedor *lock-in* e MV entre múltiplas *clouds*.

Entretanto, as respostas não evidenciam empolgação dos entrevistados quanto as características da proposta da pergunta. Mas Paiva (2017) explica que há uma tendência mundial de utilização de mais de uma nuvem por várias organizações. Cita a pesquisa realizada pela Gartner em que mostra que 81% das empresas estão utilizando dois ou mais fornecedores de *cloud*. E explica ainda que durante o processo de migração entre *clouds*, alguns desafios vão estar presentes como a gestão das *clouds* e a integração entre elas, assim como a escassez de profissionais de TI qualificados em fazer essa integração de forma segura e eficaz. Paiva (2018) explica brevemente cada aspecto dessa gestão de múltiplas *clouds*.

Desafio 1. Esforço de gerenciamento - Gerenciar múltiplas nuvens pode ser um problema caso não tenha profissionais específicos para este serviço, já que a estratégia de armazenamento em diversas nuvens se relaciona diretamente com a entrega da solução e o gerenciamento de fluxo de trabalho. Não tendo uma padronização nos provedores, exige esforço e tempo por parte dos profissionais. Dessa forma, é necessário profissionais especializados que tenham disponibilidade de gerenciar várias nuvens, já que nem todos os provedores suportam a mesma funcionalidade e a migração de dados podem ser bastante desafiadora, o que é mais difícil caso sua empresa não tenha a prática do *DevOps* (Paiva, 2018).

Desafio 2. Interoperabilidade entre as *clouds* - As plataformas e os serviços hospedados nas diferentes *clouds* devem ser alinhados para garantir total funcionamento da estratégia de múltiplas *clouds*. Realizar a interoperabilidade entre diferentes provedores nem sempre é um trabalho simples. Muitas vezes são utilizadas diferentes APIs (*Application Programming Interfaces*) para alcançar esse objetivo. Cada serviço de *cloud* possui a sua

própria linguagem e metodologia e oferece suas APIs específicas. Por isso, é preciso avaliar as APIs disponíveis da plataforma e realizar as integrações de maneira correta (Paiva, 2018).

Desafio 3. Falta de profissionais especializados - Para a utilização de múltiplas *clouds*, os profissionais precisam ser bastante capacitados para saber escolher os provedores, qual tipo de *cloud* utilizar, o que vai ser migrado e qual e quando provedor utilizar em cada momento. Encontrar profissionais com essas habilidades de gestão de *cloud* acaba custando caro para fazer internamente, além dos profissionais também precisarem de tempo para poder monitorar as *clouds* e manter tudo funcionando da melhor maneira (Paiva, 2018).

Apesar dos desafios à frente da implementação de múltiplas *clouds*, o serviço permite a otimização de investimentos. Com o uso de diferentes fornecedores, é possível integrar serviços diferentes de cada provedor e otimizar a infraestrutura, dando maior estabilidade e performance para o empreendimento. A instituição que consegue ter a seu dispor uma organização para realizar o gerenciamento das *clouds*, como é o caso da *Cloud Commerce*, certamente terá a disposição profissionais altamente especializados que consigam oferecer suporte completo para a gestão de *cloud*, diminuindo gastos, tempo e falhas que podem existir ao não implementar o serviço corretamente (Paiva, 2018).

Picolotto (2021) explicou que o aprisionamento tecnológico (vendedor *lock-in*) costuma representar um risco, sobretudo no longo prazo, para projetos de tecnologia. Por isso, a recomendação padrão é de evitá-lo sempre que possível. Entretanto, há cenários em que tecnologias proprietárias fornecem vantagens difíceis de resistir.

Não é incomum que a adoção de tecnologias proprietárias colabore para a redução dos custos (e prazos) de desenvolvimento. Entretanto, como penalidade, fica mais difícil barganhar vantagens mais tarde. Ainda pior, há o risco de tornar o *software* desenvolvido obsoleto junto com a tecnologia proprietária caso ela seja descontinuada por alguma razão. Cabe a prática da arquitetura de *software* consolidar a estratégia que governará as decisões relacionadas a ceder ou não ao *lock-in* imposto por determinados fornecedores (Picolotto, 2021).

Discussões sobre as vantagens e desvantagens de “ceder” ao aprisionamento tecnológico tem ficado mais frequentes com a pressão crescente pela migração de aplicações para a nuvem. Quem utiliza AWS quer ter a liberdade de poder migrar para Azure e vice-versa, por exemplo. De forma análoga, é interessante ter poucas barreiras para modificar, inclusive, o stack de tecnologias fornecidas dentro de um mesmo provedor (Picolotto, 2021).

CONCLUSÕES

Considera-se que o problema da pesquisa foi respondido, pois através de referencial teórico e de estudo empírico conseguiu-se dimensionar as características, benefícios e desafios da gestão de múltiplas infraestruturas virtualizadas pela plataforma *Openstack*, sistema operativo de múltiplas *clouds*. E, tornou possível apresentar estudos sobre os objetivos específicos.

Através da revisão conseguiu-se analisar uma visão geral e conceitual da computação em *cloud*, abordando suas aplicações e explicando aspetos da segurança da informação, riscos, vulnerabilidades, ameaças e fornecedores de computação em *cloud*. Os estudos de De Matos & Maziero (2020), Cao et al. (2018), Chen et al. (2018), Choudhary et al. (2017) e outros referenciados no bojo da dissertação, esboçaram estudos explicando que a MV foi criada para resolver problemas de inatividade de *hardware*, sendo utilizadas para realizar milhares de transações por segundo e ao mesmo tempo, sem a perda de eficiência do sistema, o que acontece porque os serviços estão armazenados e são acedidos de uma *cloud*, a qual é administrada por fornecedores e que podem operar, inclusive, sob o aspeto de múltiplas *clouds* simultaneamente considerando a plataforma a ser utilizada e outras especificidades técnicas; importante também considerar que a virtualização tornou possível a criação simulada de componentes reais, como a criação de uma rede lógica dentro da empresa, segmentando na rede A, rede B, sem necessariamente ter vários equipamentos físicos, ou seja, funciona dividindo o recurso de *hardware* físico em peças que podem ser usadas para diversos fins.

Por meio da revisão de literaturas foi possível compreender as principais características do processo de migração de MV entre contas em múltiplas *clouds*. As pesquisas analisadas de Castro & Alves (2021), Askhoj et al. (2015), Srivastava (2018), Yang & Tate (2012) e outras esboçaram fundamentos teóricos pertinentes sobre a flexibilidade adquirida com multiplas *clouds*; o corretor de *cloud*, portanto, é uma plataforma de gestão de *cloud* que pode ligar-se a todas as nuvens de diferentes fornecedores de *cloud*, que ao fornecer *apis*, um requisito básico para realizar computação em *cloud*, o operador pode conectar-se a cada uma destas *clouds* e gerir os recursos de seus clientes. Desta forma,

pode utilizar instâncias na Amazon e outras funcionalidades da Microsoft e outras funcionalidades da Google (embora a base de dados da Google seja muito flexível), e pode pagar pelo preço mais baixo em cada um. O operador pode extrair o melhor de cada fornecedor, o mais barato de cada um e consegue um ambiente muito personalizado, com muita liberdade e flexibilidade, incluindo para criar recursos numa *cloud* (pública e/ou privada) e outros recursos em outra *cloud* (pública e/ou privada), e pode realizar o *backup* de recursos em outra *cloud*. Esta é a característica ambiental fornecida para o corretor de *clouds*.

No estudo empírico conseguiu-se investigar a plataforma *Openstack* como solução para a migração do fornecedor *lock-in* e MV entre múltiplas *clouds* facilitando a migração, o que ocorreu através da realização da apresentação da plataforma referida para os gestores e operadores de uma empresa, a *Cloud Commerce*, subsidiária de uma organização de ensino superior e de educação básica de nível particular. Na maioria das respostas coletadas com os inquéritos, 80% declararam que o trabalho que está sendo realizado pela *Cloud Commerce* é um trabalho satisfatório, o trabalho dos gestores e dos operadores que atuam diretamente com a computação em *cloud* nas organizações, categoriza a segurança dos dados, a acessibilidade, a integridade e a manutenção do sistema, apesar dos riscos que surgem diariamente para interferir na segurança do sistema na *cloud*, entendem ser importante o papel da gestão da *cloud* da instituição realizar alterações no atual sistema de informática, e confirmaram que conhecem os recursos e ferramentas da plataforma *Openstack*. que o *Openstack* seria uma boa opção para mudar o sistema da instituição evidenciando uma conceção positiva e de benefícios que seriam remetidos à instituição, principalmente porque os dados armazenados na *cloud* privada poderiam ser divididos com outras *clouds* para melhorar o acesso das MV, e certamente, melhorando o desempenho da computação em *cloud* da empresa.

Com os testes realizados utilizando a plataforma *Openstack* conseguiu-se identificar a lógica operacional da migração automatizada entre fornecedores em múltiplas *clouds*. E a percepção dos gestores e operadores da *Cloud Commerce* evidencia uma realidade que em sua maioria, evidenciam percepções de forma positiva e benéfica quanto ao uso dessa plataforma, evidenciando que

há mais vantagens do que malefícios do uso dela na organização, onde puderam pontuar as seguintes vantagens como mais relatadas nos inquéritos:

- Migração entre *clouds* podem melhorar o sistema utilizando o *Openstack*;
- Armazenamento de dados sigilosos na *cloud* privada e demais serviços em *cloud* pública;
- Questões economia dos custos e funcionalidade;
- O cliente paga apenas pela utilização efetiva dos serviços nas máquinas virtuais;
- Elasticidade do sistema de computação em *cloud*;
- Computação em nuvem pode ser vista como menos custosa, segura e eficiente;
- Os dados das *clouds* podem ser acedidos pelo gestor de qualquer lugar;
- Os serviços são melhorados conforme a demanda.

Além disso, as respostas mostram que o *Openstack* é uma plataforma que atende todas as expectativas e necessidades da instituição, principalmente para manter a acessibilidade, a integridade, a segurança e o sucesso da plataforma para a realidade organizacional que está sendo referida nessa dissertação. Além do que, utiliza múltiplas *clouds* para gerenciar os dados informáticos das organizações, construído para funcionar com *hardware* genéricos e pode ser dimensionado horizontalmente com grande facilidade, o que significa adicionar mais servidores para agrupar recursos, independentemente da variedade desses servidores. Mas há falta de conhecimento sobre as características do *Openstack* e sua utilização em MV, apesar de confirmarem que o *Openstack* seria a solução viável para a migração do fornecedor *lock-in* e MV entre múltiplas *clouds*. Não conseguiram explicar ou não entendem que o aprisionamento tecnológico (*vendor lock-in*) costuma representar um risco, sobretudo no longo prazo, para projetos de tecnologia. Por isso, a recomendação padrão é de evitá-lo sempre que possível.

Portanto, conclui-se expondo que os resultados da pesquisa teórica como os coletados nos dados empíricos esboçam o mesmo entendimento sobre o uso do *Openstack*, e evidenciam o entendimento qualitativo e prospetivo sobre o uso

da plataforma para o gerenciamento de dados que possam ser acedido pela MV em múltiplas *clouds*, demonstrando-se, nessa dissertação que a decisão de escolha e uso de mais de uma *cloud* em seus negócios dependerá do processo decisório do administrador da computação em *cloud* em cada organização, e que a plataforma escolhida deve ser bem avaliada, pois cada uma possui serviços de hardware e softwares diferenciados que podem ou não satisfazer as necessidades da organização.

REFERÊNCIAS

- A Flexera (2019). Cloud Computing Trends: State of the Cloud Survey 2019. Disponível em: <https://www.flexera.com/blog/cloud/2019/02/cloud-computing-trends-2019-state-of-thecloud-survey>. Acessado em:30 de julho de 2021.
- Aleluia, K. L. L. (2019). Um componente OpenStack para a plataforma de federação de nuvens BioNimbuZ 2. 2019, 45 f Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação)—Universidade de Brasília, Brasília.
- Alves, J. (2021). Vantagens da implementação de um SAAS WMS. Improtec Recuperado: 8 de agosto de 2021, <https://improtecsistemas.com.br/5-vantagens-de-implementar-um-wms-saas/>
- Askhoj, J. Sugimoto, S. Nagamori, M. (2015). Developing an ontology for cloud-based archive systems. International Journal of Metadata Semantics and Ontologies, 10(1); 1-11.
- Augusto, J. C., Callaghan, V., Cook, D., Kameas, A., & Satoh, I. (2013). Intelligent Environments: a manifesto. Human-centric Computing and Information Sciences, 3(12), 3-12
- Barbosa, A. L. (2020). A informática e os contratos na atividade empresarial e seus reflexos no meio ambiente.. 101 f. Dissertação (Programa de Mestrado em Direito) - Universidade Nove de Julho, São Paulo
- Boucherat, X. (2016). Industry 4.0 and the rise of smart manufacturing. Automotive Megatrends Magazine, Q2, p. 59-61.
- Cavalcante, Z. V.; Silva, M. L. S. da. (2011). A importância da Revolução Industrial no mundo da Tecnologia. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 7. 2011. Maringá. Anais eletrônico. Maringá.
- Cao, R., Tang, Z., Li, K., and Li, K. (2018). HMGOWM: a hybrid decision mechanism for automating migration of virtual machines. IEEE Transactions on Services Computing, 18(1); 27-40.

Castro, F. F. de, & Alves, R. C. V. (2021). Cloud services e o padrão PREMIS : rumos para a preservação digital. RDBCI: Revista Digital De Biblioteconomia E Ciência Da Informação, 19(10).

Cembranelli, F. (2018). O que é a 4 Revolução Industrial e qual seu impacto na saúde. Health Hinnova Hub. Disponível em: <https://startupsaude.com/o-que-e-a-4-revolucao-industrial-e-qual-seu-impacto-na-saude/>.

Chen, T., Zhu, Y., Gao, X., Kong, L., Chen, G., and Wang, Y. (2018). Improving resourceutilization via virtual machine placement in data center networks. Mobile Networks andApplications, 23(2):227-238.

Choudhary, A., Govil, M. C., Singh, G., Awasthi, L. K., Pilli, E. S., and Kapil, D. (2017).A critical survey of live virtual machine migration techniques. Journal of CloudComputing, 6(1):23.

Cotroneo D., Simone, L. de, Liguori, P., Natella, R., Bidokhti, N. (2019). Como pode um bug obter? Uma análise empírica de falhas de software na plataforma de computação em cloud OpenStack. ESEC/FSE, 19, 26-30.

De Matos, A. V., Maziero, C. A. (2020). Uma arquitetura para a Gerência de Migração de Máquinas Virtuais. Workshop em clouds e aplicações (WCGA), 18(1); 27-40.

Dembogurski, R., Tadeu, A., Dembogurski, B., & Franco, E. (2018). Estudo da Extensão de Métodos de Autenticação em um Middleware de Nuvens Híbridas. In Anais Estendidos do XVIII Simpósio Brasileiro de Segurança da Informação e de Sistemas Computacionais, (pp. 113 - 125). Porto Alegre: SBC.

Galvão, M. C. B.; Ricarte, I. L. M. (2019). Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. Logeion: Filosofia da Informação, Rio de Janeiro, 6(1); 57-73.

Gartner, R. M. (2016). Metadata. New York: Springer Berlin Heidelberg.

Hamel, G.; Prahalad, C. K. (2005). Competindo pelo futuro: estratégias inovadoras para obter o controle de seu setor e criar os mercados de amanhã. Rio de Janeiro: Elsevier.

Hong, C.-H., Varghese, B. (2019). Resource management in fog/edge computing: a survey on architectures, infrastructure, and algorithms. ACM Computing Surveys (CSUR), 52(5):1-37.

Jesus, A. F.; Castro, F. F. de. (2019). Dados bibliográficos para o linked data: uma revisão sistemática de literatura. Brazilian Journal of Information Studies: Research Trends, Marilia, v. 13(1); 45-55.

Luciano, E. M.; Testa, M. G.; Freitas, H. (2003). As tendências em comércio eletrônico com base em recentes congressos. XXXVIII CLADEA, Lima/Peru.

Marinescu, D. C. (2013). Cloud computing: Theory and Practice. Morgan Kaufmann (Elsevier), Waltham, USA.

Marston, S., Li, Z., Bandyopadhyay, S., Zhang, J., Ghalsasi, A. (2011). Computação em cloud - A Perspectiva do Negócio. O Decis. Apoio sist. 51, 176-189.

Melo, C., Araujo, A., Alves, V. Maciel, P. (2017). Investigação de Efeitos de Envelhecimento de Software na Plataforma de Computação Em Cloud OpenStack. Jornal de software. 12, 125-137.

Miranda, L. C. (2017). Utilização do OpenStack em conjunto com as tecnologias SDN - Software-Defined Networking e NFV - Network Functions Virtualization. 2017. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia,

Moreira, R. J., Costa, H. L. A., Junior, J. C. De Souza, G. M. T., Leitão, U. A. (2004). Terminais Inteligentes: alternativa estratégica para otimização de recursos computacionais. in: 5º Workshop sobre Software Livre - WSL 2004, p. 81-84. Porto Alegre: jun..

Paiva, L. M. M. (2016). Análise de risco para Computação em Nuvem. 2016. 145 f. Tese (Doutorado em Informação e Sistemas Empresariais).

Picolotto, D. (2021). Abordagens frente ao aprisionamento tecnológico (vendor lock-in).

Pomerantz, J. (2015). Metadata. Cambridge, Massachusetts ; London, England: The MIT Press. (The MIT Press essential knowledge series).

Srivastava, P. (2018). Um artigo de revisão sobre cloud computing. *Revistas Internacionais de Investigação Avançada em Engenharia de Informática e Software*, v. 8. Edição 6,.

Venters, W. & Whitley, E. A. (2012). Uma análise crítica da Cloud Computing: Pesquisando Desejos e Realidades. *J. Inf. Technol.* 27, 179-197.

Yang, H. & Tate, M. (2012). Uma Revisão e Classificação de Literatura Descritiva da Cloud Computing Research. *A comuna. O Assoc. Inf. Syst.*