

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

JOÃO FELIPE ROCHA

ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO DE MIGRAÇÃO PARA A NUVEM

RIO DE JANEIRO
2024

JOÃO FELIPE ROCHA

ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO DE MIGRAÇÃO PARA A NUVEM

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado ao Instituto de Computação da
Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte
dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em
Ciência da Computação

Orientador: Prof. Paulo Roma Cavalcanti

RIO DE JANEIRO
2024

CIP - Catalogação na Publicação

R672a Rocha, João Felipe
ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO DE MIGRAÇÃO PARA A
NUVEM / João Felipe Rocha. -- Rio de Janeiro, 2024.
69 f.

Orientador: Paulo Roma Cavalcanti.
Trabalho de conclusão de curso (graduação)
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto
de Computação, Bacharel em Ciência da Computação,
2024.

1. Migração para serviços e nuvem. 2. Segurança da
informação. 3. Análise de custo-benefício. 4.
Provedores de nuvem. 5. Manutenção de infraestrutura
local. I. Cavalcanti, Paulo Roma, orient. II. Título.

JOÃO FELIPE ROCHA

ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO DE MIGRAÇÃO PARA A NUVEM

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto de Computação da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovado em 21 de março de 2024.

BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
 PAULO ROMA CAVALCANTI
Data: 27/03/2024 08:50:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Paulo Roma Cavalcanti, D.Sc.
(Instituto de Computação - UFRJ)

Documento assinado digitalmente
 CAROLINA GIL MARCELINO
Data: 27/03/2024 17:07:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Carolina Gil Marcelino, D.Sc.
(Instituto de Computação - UFRJ)

Documento assinado digitalmente
 SILVANA ROSSETTO
Data: 26/03/2024 21:09:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Silvana Rossetto, D.Sc.
(Instituto de Computação - UFRJ)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao professor Paulo Roma por aceitar ser meu orientador e também me auxiliar neste trabalho.

Também agradeço por toda minha família e amigos que de alguma forma me ajudaram durante essa jornada da graduação.

RESUMO

A avaliação comparativa entre a manutenção de infraestrutura local e a migração para serviços em nuvem é essencial para as empresas modernas. Esse processo exige uma análise de custo-benefício minuciosa, considerando fatores como custos operacionais, escalabilidade, desempenho e segurança da informação. A migração para a nuvem pode oferecer economias ao longo do tempo, devido à flexibilidade para ajustar recursos conforme a demanda e transferir investimentos iniciais para pagamentos recorrentes. A escalabilidade proporcionada pela nuvem permite uma alocação eficiente dos recursos, evitando gastos excessivos em capacidade subutilizada. Além disso, a infraestrutura avançada mantida pelos provedores de nuvem pode resultar em melhorias no desempenho operacional. No entanto, preocupações com segurança e conformidade devem ser tratadas com atenção, visto que a migração envolve o armazenamento externo de dados sensíveis, sujeitos a ameaças cibernéticas e regulamentações. A análise de sensibilidade é vital, pois fatores contextuais, como flutuações nos preços dos serviços em nuvem, podem influenciar a viabilidade econômica da migração, sendo assim, a análise de custo-benefício da migração para nuvem demanda uma abordagem abrangente que avalie tanto os aspectos financeiros quanto os elementos não monetários que moldam a decisão.

Palavras-chave: migração para serviços e nuvem; segurança da informação; análise de custo-benefício; provedores de nuvem; manutenção de infraestrutura local.

ABSTRACT

The comparative evaluation between maintaining on-premises infrastructure and migrating to cloud services is indispensable for modern enterprises. This process entails a meticulous cost-benefit analysis, considering factors such as operational costs, scalability, performance, and information security. Cloud migration can yield long-term savings due to the flexibility to adjust resources according to demand and shift initial investments to recurring payments. Cloud-enabled scalability enables efficient resource allocation, preventing excessive spending on underutilized capacity. Furthermore, the advanced infrastructure maintained by cloud providers can lead to enhancements in operational performance. However, security and compliance concerns require careful attention, given that migration involves external storage of sensitive data susceptible to cyber threats and regulations. Sensitivity analysis is vital, as contextual factors like fluctuations in cloud service prices can influence the economic feasibility of migration. Thus, the cost-benefit analysis of cloud migration necessitates a comprehensive approach that evaluates both financial aspects and non-monetary elements shaping the decision.

Keywords: cloud migration; information security; cost-benefit analysis; cloud providers; on-premises infrastructure maintenance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Três tipos de modelos de disponibilização de soluções em nuvem	15
Figura 2 - Comparação simplificada entre os diferentes modelos centralizado, distribuído e nuvem na AWS	17
Figura 3 - Funcionamento dos serviços de nuvem do Azure.....	18
Figura 4 - Mapa da infraestrutura global da AWS.....	23
Figura 5 - Mapa da infraestrutura global do Microsoft Azure.....	24
Figura 6 - Mapa da infraestrutura global do Google Cloud	24
Figura 7 - Custos anuais da assinatura na nuvem versus no local.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação dos principais provedores	19
Tabela 2 – Métricas para análise comparativa	36
Tabela 3 – Custos associados à migração para nuvem	44
Tabela 4 - Comparação entre preços dos principais provedores	46
Tabela 5 - TCO - Infraestrutura local versus AWS no período de 1 ano	46
Tabela 6 - Projeção de investimento na infraestrutura local em comparação com a nuvem no período de 3 anos	49
Tabela 7 - Análise de custo e benefício - manutenção de infraestrutura local vs migração para serviços em nuvem - empresa Netflix	51

LISTA DE SIGLAS

AWS	Amazon Web Services
AZ	Zonas de Disponibilidade
CD	Implementação contínua
CI	Integração contínua
GDRP	Regulamento Geral de Proteção de Dados
IA	Inteligência Artificial
IASS	Infraestrutura como Serviço
IIS	Serviços de Informações da Internet
IOT	Internet das Coisas
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
PAAS	Plataforma como Serviço
ROI	Retorno sobre o investimento
SAAS	Software como Serviço
SAC	Serviço de Atendimento ao Consumidor
TB	Terabyte
TCO	Custo total de propriedade
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TIR	Taxa interna de retorno
UPS	Fonte de alimentação ininterrupta
VPL	Valor presente líquido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1	COMPUTAÇÃO EM NUVEM: CONCEITOS E MODELOS DE SERVIÇO.....	14
2.1.1	Principais Provedores	16
2.1.2	PaaS - Vercel e Heroku	20
2.1.3	Regiões e Zonas de Disponibilidade.....	22
2.1.4	Recuperação de Desastres.....	25
2.2	VANTAGENS E DESAFIOS DA MIGRAÇÃO PARA A NUVEM	26
2.2.1	Eficiência Operacional e Escalabilidade	27
2.2.2	Investimentos Iniciais e Custos Operacionais.....	28
2.3	ASPECTOS DE CUSTO NA MIGRAÇÃO PARA A NUVEM.....	29
2.3.1	Comparação de Custos Diretos e Indiretos.....	30
2.3.2	Evolução dos Custos ao Longo do Tempo.....	32
2.4	ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO: CONCEITOS E ABORDAGENS	33
3	METODOLOGIA.....	35
3.1	SELEÇÃO DE VARIÁVEIS PARA ANÁLISE	35
3.2	COLETA DE DADOS	37
3.3	ESTRATÉGIAS DE ANÁLISE COMPARATIVA	38
3.4	MODELAGEM DE CUSTO-BENEFÍCIO.....	40
4	ANÁLISE DE CUSTOS E BENEFÍCIOS	42
4.1	CUSTO TOTAL DE PROPRIEDADE (TCO) E INFRAESTRUTURA LOCAL	42
4.2	CUSTOS ASSOCIADOS À MIGRAÇÃO PARA A NUVEM.....	43
4.3	BENEFÍCIOS DA MIGRAÇÃO PARA A NUVEM	44
4.4	COMPARAÇÃO DE PREÇOS ENTRE OS PRINCIPAIS PROVEDORES	45
4.5	COMPUTAÇÃO EM NUVEM VERSUS INFRAESTRUTURA LOCAL	46
4.6	ESTUDO DE CASO I: COMPUTAÇÃO EM NUVEM COMO MEIO DE REDUZIR CUSTOS EM UMA ORGANIZAÇÃO	49
4.7	ESTUDO DE CASO II: A TRANSIÇÃO DA NETFLIX PARA A NUVEM	50
4.8	ESTUDO DE CASO III: NUBANK E AWS.....	52
4.9	ESTUDO DE CASO IV: SANTANDER – 80% ESTÁ NA NUVEM.....	53

4.10 ESTUDO DE CASO V: RECLAME AQUI – MIGRAÇÃO BEM-SUCEDIDA PARA NUVEM	54
4.11 ESTUDO DE CASO VI: PETROBRAS INVESTE NA NUVEM.....	54
5 DISCUSSÃO DO LEVANTAMENTO REALIZADO	56
5.1 COMPARAÇÃO QUANTITATIVA DE CUSTOS E BENEFÍCIOS	57
5.2 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE.....	58
5.3 RISCOS E CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS	59
5.4 CONFORMIDADE COM A LGPD	61
6 CONCLUSÃO.....	62
REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

No cenário atual, marcado pela constante evolução tecnológica, a gestão eficiente da infraestrutura de tecnologia da informação tornou-se crucial para o sucesso e a competitividade das organizações. Diante desse contexto, a migração para a nuvem emerge como uma alternativa estratégica capaz de transformar radicalmente a maneira como as empresas gerenciam e utilizam recursos computacionais. A presente monografia busca explorar a temática intrincada da "Análise de Custo-Benefício de Migração para a Nuvem", focalizando a comparação entre os custos e benefícios associados à manutenção de infraestrutura local e à migração para serviços em nuvem.

A computação na nuvem (*cloud computing*), representa um paradigma inovador que transcende as limitações físicas dos ambientes tradicionais de TI. Em seu cerne, a computação na nuvem refere-se à entrega de recursos de computação, redes, servidores, aplicações, armazenamento e serviços por meio da Internet (MELL; GRANCE, 2011). Essa abordagem revolucionária permite às organizações acessar e utilizar recursos computacionais de maneira flexível, escalável e sob demanda, sem a necessidade de investimentos massivos em infraestrutura física.

Por outro lado, a infraestrutura local (*On-premises*) representa a tradicional abordagem de manter servidores, armazenamento e demais recursos dentro das instalações da própria organização (MATTILA, 2013). Esse modelo, embora tenha sido a espinha dorsal da infraestrutura de TI por décadas, enfrenta desafios relacionados a custos fixos elevados, complexidade de gerenciamento e limitações na capacidade de escalabilidade.

Neste horizonte em constante evolução, a computação em nuvem desponta como uma revolução, uma promessa de agilidade, escalabilidade e inovação sem paralelos. Entretanto, essa jornada para o desconhecido está cheia de detalhes complexos e desafios, o que leva a um intrincado quebra-cabeças de decisões que fica uma pergunta: vale a pena migrar para a nuvem? Neste contexto, a decisão entre manter uma infraestrutura local ou migrar para a nuvem torna-se um dilema crucial para gestores de TI e líderes empresariais. A análise de custo-benefício emerge como uma ferramenta essencial para embasar essa decisão, considerando fatores financeiros, operacionais e estratégicos.

Explorar as origens da computação em nuvem equivale a investigar os documentos primordiais de uma narrativa tecnológica em constante desenvolvimento. Os primeiros

indícios dessa transformação se manifestaram nas décadas anteriores, quando os primeiros mainframes compartilhados lançaram um conceito que transformaria a maneira como interagimos com a tecnologia. No entanto, foi apenas com o florescer da conectividade global e os avanços na virtualização que a visão da nuvem se cristalizou. A Amazon, com sua Amazon Web Services (AWS) lançada em 2006, marcou o início de uma revolução que profundamente transformou o cenário da TI.

A jornada para a nuvem é marcada por uma fusão de possibilidades, e é aqui que se tem um curioso olhar tecnológico direcionado para a Análise de Custo-Benefício de Migração para a Nuvem. Nosso objetivo é revelar as verdades subjacentes ao processo da migração tecnológica, examinando minuciosamente a complexa relação entre os custos mensuráveis e não mensuráveis e os benefícios prometidos em termos de agilidade e inovação. Enquanto a computação em nuvem se apresenta como uma fonte abundante de possibilidades, apenas por meio de uma análise criteriosa podemos transformar essa visão em realidade.

As promessas da nuvem são um conjunto de oportunidade dentro do cenário tecnológico, porém, a migração para a nuvem também requer uma avaliação crítica. A Flexera, empresa de gerenciamento de TI, conduziu uma pesquisa com 750 profissionais técnicos e líderes executivos em todo o mundo durante o ano de 2022 sobre tendências em nuvem que ressoa como um chamado à reflexão: "62% das organizações excedem seu orçamento em nuvem" (FLEXERA, 2023).

Este estudo se propõe a percorrer os contornos da migração para a nuvem, desvendando os véus que envolvem os custos e benefícios. O objetivo do trabalho consiste em apresentar não apenas os números financeiros, mas também os aspectos detalhados das operações e estratégias que exercem influência sobre a decisão de efetuar a migração. Por meio dessa análise, almejamos fornecer uma orientação aprofundada dos impactos financeiros e operacionais dessa decisão, contribuindo para a fundamentação de escolhas informadas no cenário dinâmico da tecnologia da informação empresarial.

Este trabalho está estruturado de forma a explorar minuciosamente os vários aspectos da migração para a nuvem, se apoiando em estudos científicos para demonstrar que a computação em nuvem é uma tendência entre as empresas e pode gerar economia nos custos em relação a infraestrutura local. No Capítulo 2, adentraremos nos fundamentos da computação em nuvem, desvendando seus modelos e examinando os principais provedores. O Capítulo 3 revelará a metodologia empregada na análise de custo-benefício, destacando as

variáveis críticas que influenciam a tomada de decisões. No Capítulo 4, apresentaremos os resultados dessa análise, oferecendo uma visão aprofundada das implicações financeiras e operacionais. E, por fim, no Capítulo 5, concluímos esta jornada, sintetizando as lições aprendidas, fazendo recomendações e delineando as oportunidades futuras.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A seção de Fundamentação Teórica deste trabalho apresenta uma análise abrangente dos principais conceitos e modelos de serviço relacionados à computação em nuvem, bem como uma exploração das plataformas Vercel e Heroku, seguida por uma discussão sobre as regiões e zonas de disponibilidade. Em seguida, examina-se a importância da recuperação de desastres e suas estratégias associadas. Posteriormente, são exploradas as vantagens e desafios da migração para a nuvem, com foco na eficiência operacional, escalabilidade, investimentos iniciais e custos operacionais. Aspectos de custo na migração para a nuvem são abordados em detalhes, incluindo uma análise comparativa de custos diretos e indiretos, bem como a evolução desses custos ao longo do tempo. Finalmente, a seção encerra com uma análise de custo-benefício, explorando conceitos e abordagens para avaliar o retorno sobre o investimento na migração para a nuvem.

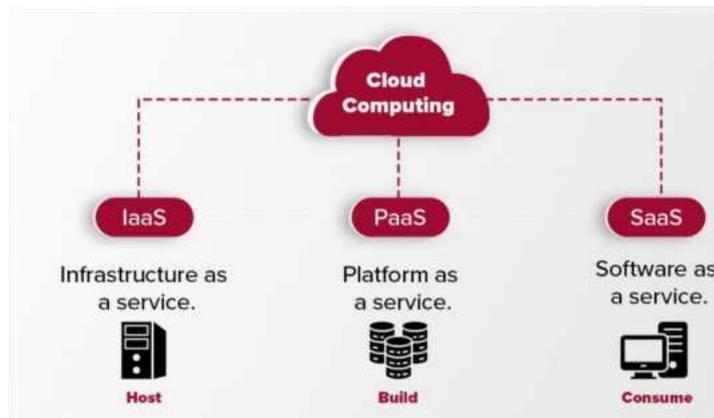
2.1 COMPUTAÇÃO EM NUVEM: CONCEITOS E MODELOS DE SERVIÇO

Ao contemplar a dinâmica em constante evolução das tecnologias empresariais, a migração para a nuvem emerge como uma decisão estratégica que pode revolucionar a forma como as organizações conduzem seus processos. A análise de custo-benefício se configura como a ferramenta que esclarece este trajeto decisório, permitindo uma comparação minuciosa entre a manutenção de infraestrutura local e a transição para serviços em nuvem. Para compreender plenamente as implicações financeiras e operacionais dessa mudança, é essencial explorar os conceitos e modelos de serviço da computação em nuvem, bem como os principais provedores desse ecossistema tecnológico.

A evolução da computação em nuvem traz consigo uma diversidade de modelos de serviço, cada um com suas próprias características e vantagens. Segundo Mell e Grance (2011), os modelos de serviço – Infraestrutura como Serviço (IaaS), Plataforma como Serviço (PaaS) e Software como Serviço (SaaS) - oferecem níveis variados de controle e responsabilidade compartilhada entre o provedor de nuvem e a organização. No modelo IaaS, os usuários têm acesso a recursos fundamentais de computação, como máquinas virtuais e armazenamento, permitindo maior controle e personalização, mas com menor abstração. Já o modelo PaaS, o provedor fornece uma plataforma completa de desenvolvimento e execução,

permitindo que os desenvolvedores se concentrem na criação de aplicativos sem se preocuparem com a infraestrutura subjacente. E no modelo SaaS, oferece aplicativos completos como serviço, eliminando a necessidade de instalação ou manutenção local. Essa distinção é fundamental na avaliação dos custos e benefícios da migração.

Figura 1 - Três tipos de modelos de disponibilização de soluções em nuvem



Fonte: (NOVENTIQ, 2022)

Na Figura 1 apresentada acima, delineiam-se os três modelos distintos de disponibilização de soluções em nuvem, que são utilizados pelos principais provedores de nuvens, como AWS¹, Azure² e Google Cloud³, cada qual representando um pilar fundamental na arquitetura da computação em nuvem. A Infraestrutura como Serviço (IaaS) concede às organizações a flexibilidade de provisionar recursos virtualizados, conferindo controle direto sobre a configuração e o gerenciamento desses recursos. Em seguida, a Plataforma como Serviço (PaaS) eleva o nível de abstração, permitindo que os desenvolvedores se concentrem na criação de aplicativos sem se preocupar com a infraestrutura subjacente. Por fim, o Modelo de Software como Serviço (SaaS) oferece aplicativos prontos para uso, acessíveis diretamente através da nuvem. Essa representação gráfica oferece uma visão panorâmica dos modelos,

¹ AWS. Cloud computing with AWS. Acesso em: 25 mar. 2024. Disponível em: <https://aws.amazon.com/what-is-aws/>. 2024.

² MICROSOFT. What is Azure?. Acesso em: 25 mar. 2024. Disponível em: <https://azure.microsoft.com/en-us/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-azure>. 2024.

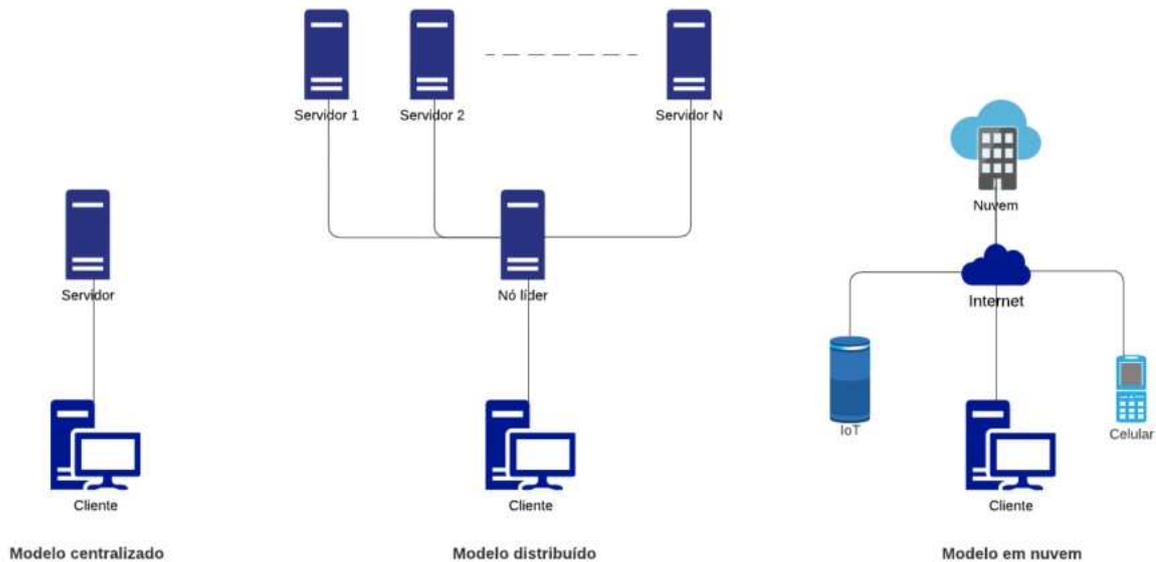
³ GOOGLE. GCP overview. Acesso em: 25 mar. 2024. Disponível em: <https://cloud.google.com/docs/overview>. 2024.

servindo como ponto de partida para a análise abrangente de custo-benefício na decisão de migração para a nuvem (NOVENTIQ, 2022).

2.1.1 Principais Provedores

Dentre os principais provedores de serviços em nuvem, destaca-se a AWS, uma plataforma abrangente e altamente escalável que oferece uma ampla gama de serviços para atender às demandas variadas das organizações modernas. Fundamentada em sua vasta infraestrutura global, a AWS disponibiliza desde serviços de computação e armazenamento até recursos avançados de análise de dados e inteligência artificial. Através de modelos flexíveis de pagamento, como o “*pay-as-you-go*”, a AWS permite que empresas de todos os tamanhos e setores aproveitem a elasticidade da nuvem para atender às necessidades dinâmicas de processamento e armazenamento de dados. Sua gama diversificada de serviços, juntamente com recursos de segurança e conformidade, posiciona a AWS como uma escolha proeminente para aqueles que buscam uma migração para a nuvem que priorize tanto a eficiência quanto a inovação. Abaixo se encontra a Figura 2, que apresenta de forma simplificada a comparação dos modelos de computação, o modelo centralizado permite que o cliente lance um servidor e o utilize conforme considerado mais adequado para seus negócios, o modelo de computação distribuída, é utilizado um servidor líder para controlar os servidores filhos para execução em paralelo de uma determinada aplicação e o modelo em nuvem, onde utiliza-se a internet para criar a aplicação e paga somente pelo tempo que estiver em execução (AWS, 2020).

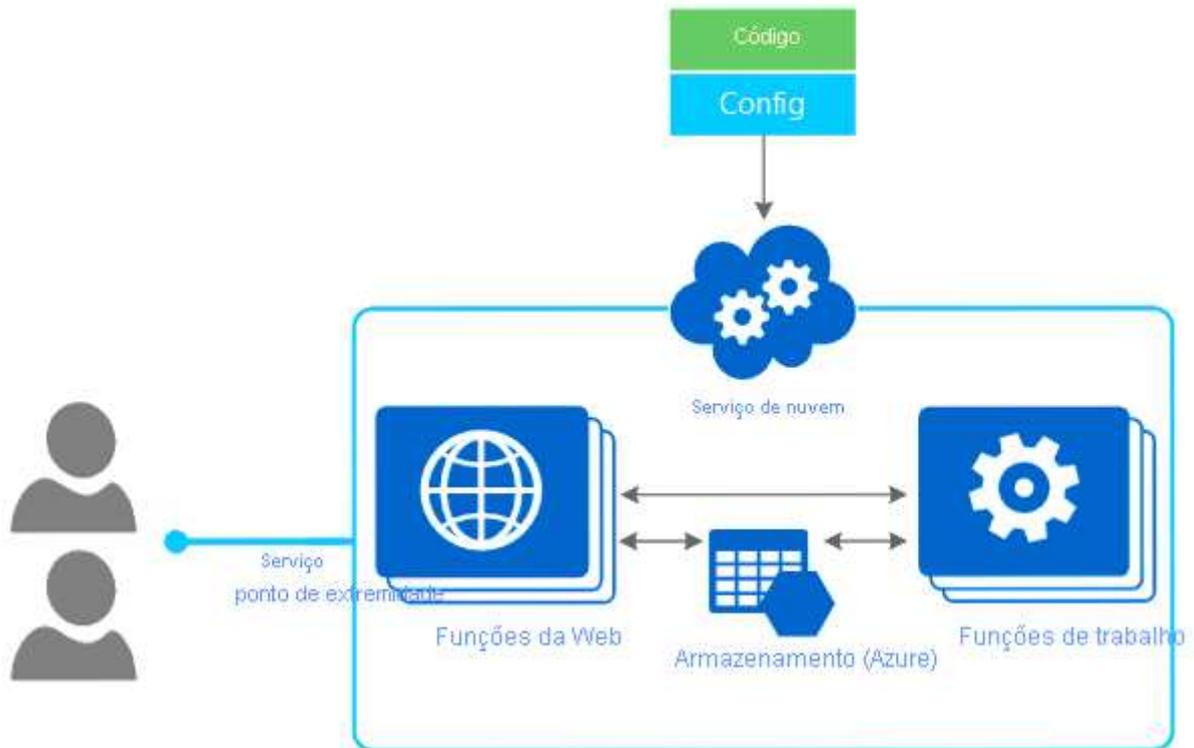
Figura 2 - Comparação simplificada entre os diferentes modelos centralizado, distribuído e nuvem na AWS



Fonte: (AWS, 2020)

A Microsoft Azure se destaca como uma plataforma de nuvem abrangente, oferecendo uma variedade de serviços escaláveis e ferramentas integradas para atender às necessidades de empresas em diversos setores. Com sua forte integração ao ecossistema Windows, a Azure oferece soluções híbridas que permitem a transição suave entre ambientes locais e em nuvem. Além de fornecer serviços tradicionais de computação e armazenamento, a Azure se destaca por suas capacidades avançadas em inteligência artificial, análise de dados e Internet das Coisas (IoT). Sua ênfase na conformidade e segurança, juntamente com um catálogo abrangente de serviços, a torna uma opção atraente para organizações que buscam uma migração para a nuvem com foco na eficiência operacional e inovação tecnológica. A seguir está a Figura 3, ilustrando de maneira visual os dois tipos de funções do Serviço de Nuvem do Azure, a função da *Web* que possibilita a implantação e hospedagem de aplicativos automaticamente por meio do *Internet Information Services (IIS)* e a função de trabalho que não utiliza *IIS* e realiza as execuções dos aplicativos de modo autônomo (MICROSOFT, 2024).

Figura 3 - Funcionamento dos serviços de nuvem do Azure



Fonte: (MICROSOFT, 2024)

O Google Cloud destaca-se como uma plataforma de nuvem com foco na inovação e na oferta de serviços avançados para impulsionar a transformação digital das empresas. Com uma ênfase significativa em tecnologias de inteligência artificial e *machine learning*, o Google Cloud oferece recursos de vanguarda para análise de dados, processamento de linguagem natural e visão computacional. Sua infraestrutura global robusta garante alta disponibilidade e desempenho, e a plataforma abrange desde serviços de armazenamento e computação até soluções de *IoT* e análise de dados em tempo real. Ao combinar tecnologias inovadoras com uma abordagem centrada na eficiência, o Google Cloud se posiciona como uma escolha sólida para organizações que buscam otimizar seus processos e impulsionar a inovação por meio da migração para a nuvem (GOOGLE, 2024).

A análise de custo-benefício para a migração para a nuvem requer uma avaliação profunda das despesas tanto na perspectiva de capital quanto operacional. Custos de infraestrutura, como aquisição de hardware e manutenção, podem ser drasticamente reduzidos ao optar pela nuvem. Entretanto, é necessário considerar os custos recorrentes associados aos serviços em nuvem, como taxas de utilização e licenciamento (DINH *et al.*, 2013).

Ao mesmo tempo, a escalabilidade elástica dos serviços em nuvem oferece a flexibilidade necessária para otimizar os recursos conforme as demandas flutuantes. Isso resulta em uma alocação mais eficiente de recursos, minimizando o desperdício e possibilitando economias a longo prazo. A capacidade de adaptação rápida também pode impactar positivamente o tempo de entrada no mercado (ARMBRUST *et al.*, 2010).

Contudo, a análise de custo-benefício não é apenas um exercício de balanço financeiro. A escolha entre manter a infraestrutura local e migrar para a nuvem também abrange fatores como a agilidade organizacional, inovação contínua e acesso a tecnologias de ponta. A nuvem pode desencadear ganhos de produtividade e melhorias em processos de negócios, adicionando dimensões intangíveis ao quadro de custo-benefício (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2011).

Por fim, a análise de custo-benefício da migração para a nuvem é uma exploração multifacetada que transcende a esfera puramente financeira. A compreensão dos modelos de serviço da computação em nuvem e a avaliação minuciosa dos principais provedores são etapas cruciais para tomar uma decisão informada. A integração de conceitos de tecnologia e estratégia empresarial, juntamente com a apreciação das implicações de longo prazo, molda um panorama holístico que capacita as organizações a abraçar a inovação de forma sustentável e estratégica. Abaixo temos a Tabela 1 que consolida as informações desta seção ao realizar uma comparação entre os principais provedores.

Tabela 1 - Comparação dos principais provedores

	AWS	AZURE	GOOGLE
Visão geral	É uma plataforma líder em serviços de nuvem que oferece uma ampla gama de recursos, como armazenamento, computação, banco de dados e análise de dados, permitindo que as empresas e indivíduos desenvolvam, implantem e gerenciem aplicativos e serviços de forma escalável e flexível.	É uma plataforma de serviços em nuvem que fornece uma ampla gama de recursos, incluindo computação, armazenamento, análise de dados e serviços de inteligência artificial. Foi criada pela Microsoft.	É uma plataforma de serviços em nuvem desenvolvida pela Google, oferecendo uma ampla gama de recursos desde computação e armazenamento até análise de dados avançada e inteligência artificial.
Controladora	Amazon	Microsoft	Alphabet Inc
Ano da fundação	2006	2010	2008

Foco	Foco em fornecer infraestrutura sob demanda	Foco em integração com tecnologias Microsoft e oferece opções de implantação híbrida, permitindo conexão entre ambientes locais e em nuvem.	Foco em oferecer uma ampla gama de recursos tecnológicos para empresas e desenvolvedores.
Recursos principais	Servidores Virtuais (EC2), Armazenamento, Banco de dados, Rede, Análise de dados, IA e Machine Learning, IoT, Segurança e identidade, Desenvolvimento e implantação, Serviços de contêineres.	Vms, Azure App Service, Azure Blob Storage e Azure SQL Database, Azure Cosmos DB, Azure AI e Machine Learning, Azure Functions, AKS, Azure Active Directory e Azure DevOps.	Google Compute Engine, GKE, Google Cloud Storage, BigQuery, Google Cloud AI e Machine Learning, Google App Engine, Google Cloud Spanner, Google Cloud Functions e Google Cloud Identity and Access Management.
Camada gratuita	Sim	Sim	Período de avaliação gratuito
Preços	Depende dos serviços utilizados.	Depende dos serviços utilizados.	Depende dos serviços utilizados.
Cientes em destaque	Netflix, Airbnb, NASA, Samsung, BMW, General Electric, Capital One.	BMW, Ford, Samsung, Johnson Controls, GE Healthcare, 3M.	Twitter, PayPal, 20th Century Fox, HSBC, Colgate, loomberg.
Infraestrutura	AWS global infrastructure	Microsoft	Data centers

Fonte: (próprio autor, 2023)

2.1.2 PaaS - Vercel e Heroku

Além dos grandes provedores de nuvens, temos o Vercel e o Heroku que são plataformas de hospedagem que proporcionam serviços simplificados aos desenvolvedores, sendo classificados como camadas de abstração, uma vez que facilitam aos desenvolvedores a implantação e gestão de aplicativos sem a necessidade de se preocuparem com a complexidade da infraestrutura subjacente. Emergem como facilitadores cruciais no panorama da computação em nuvem, desempenhando um papel fundamental na simplificação do ciclo de vida de desenvolvimento e na gestão de aplicativos. Ambas as plataformas, embora operem

como camadas de abstração aos principais provedores de nuvem, têm abordagens distintas em termos de funcionalidades e integração (BACK4APP, 2022).

O Heroku, criado em 2007, destaca-se como uma plataforma consolidada que disponibiliza um ambiente de computação em nuvem, com suporte a diversas linguagens de programação e frameworks. Essa plataforma proporciona aos usuários a capacidade de desenvolver e submeter suas aplicações, representando uma contribuição significativa no panorama tecnológico contemporâneo. É especialmente popular entre startups e equipes de desenvolvimento ágeis que buscam uma solução rápida e eficaz para lançar seus produtos no mercado. Sua abordagem Plataforma como Serviço (PaaS) se alinha bem com projetos que priorizam a simplicidade e a velocidade no ciclo de desenvolvimento (HEROKU, 2023).

Ao operar sobre a infraestrutura subjacente da AWS, o Heroku proporciona uma camada adicional de abstração, permitindo que os desenvolvedores foquem na criação de aplicativos sem lidar diretamente com a complexidade da infraestrutura.

Através do conceito de *dynos*, unidades de execução que podem ser dimensionadas horizontalmente, provêm o ambiente de execução essencial. Estes "*dynos*" assumem a responsabilidade pela gestão de solicitações web e pela execução de tarefas em segundo plano, permitindo uma escalabilidade flexível, adaptando-se dinamicamente às demandas do aplicativo (HEROKU, 2023). A integração com serviços de banco de dados, como o Heroku Postgres, e a possibilidade de adicionar extensões para funcionalidades específicas, conferem versatilidade ao desenvolvimento na plataforma.

A Vercel emerge como uma plataforma de nuvem especializada em hospedagem e implantação de aplicativos da web e sites de maneira eficiente e simplificada. Com um foco específico na experiência do desenvolvedor, a Vercel oferece integração contínua e implantação contínua (CI/CD), permitindo que equipes de desenvolvimento publiquem rapidamente suas criações. A plataforma se destaca por sua velocidade de carregamento excepcional e capacidade de lidar com tráfego variável, tornando-a uma escolha atraente para projetos que priorizam o desempenho. Com suporte a diversas tecnologias, desde React e Next.js até Vue.js e outros *frameworks* populares, a Vercel atende tanto a desenvolvedores individuais quanto a equipes que buscam uma solução ágil e orientada para resultados na hospedagem de seus projetos web (VERCEL, 2023). Ao utilizar a infraestrutura robusta da AWS, concentra-se principalmente na hospedagem e implantação eficiente de aplicativos *front-end*. Com uma interface intuitiva e integração contínua com repositórios de código,

como GitHub, o Vercel permite que os desenvolvedores configurem e implantem seus projetos com poucos cliques. A automação de tarefas, como a geração de *previews* para *branches* específicos, agiliza o ciclo de *feedback* e colaboração entre equipes de desenvolvimento (VERCEL, 2023).

A arquitetura da Vercel é otimizada para a entrega rápida e eficiente de conteúdo estático e dinâmico. Além disso, a escala automática baseada na demanda assegura que os aplicativos permaneçam altamente disponíveis mesmo diante de picos de tráfego. A integração nativa com serviços da AWS, como o Amazon S3 para armazenamento, aprimora a funcionalidade do Vercel e permite uma abordagem holística para o desenvolvimento de aplicações web modernas (VERCEL, 2023).

Ambas as plataformas, Vercel e Heroku, refletem a evolução da computação em nuvem, onde a simplicidade e a automação são fundamentais para potencializar a produtividade dos desenvolvedores. Na medida em que exploramos os benefícios e desafios associados à migração para a nuvem, a compreensão dessas plataformas como facilitadoras essenciais proporcionará *insights* valiosos para a análise de custo-benefício.

2.1.3 Regiões e Zonas de Disponibilidade

Os principais provedores de nuvens possuem *data centers* distribuídos globalmente, organizados em regiões e zonas de disponibilidade. As regiões representam áreas geográficas específicas, geralmente identificadas pelo nome do continente ou país onde se localizam. Cada região é independente e opera de maneira isolada em relação às demais. Isso implica que eventuais falhas em um *data center* de uma determinada região não terão impacto nos recursos disponíveis em outras regiões (AWS, 2023).

As Zonas de Disponibilidade (AZ) representam espaços físicos isolados dentro de uma região específica. Elas operam de maneira independente e são distantes geograficamente, não compartilhando infraestrutura crítica, como sistemas de energia, refrigeração e redes. Essa segregação confere maior resiliência a falhas, possibilita a implementação de redundância e promove alta disponibilidade. Em caso de falha em uma Zona de Disponibilidade, as cargas de trabalho alocadas nela podem ser transferidas para outra Zona de Disponibilidade, garantindo a continuidade operacional (AWS, 2023).

A expansão global desses provedores é estrategicamente planejada, permitindo que organizações escolham regiões específicas para hospedar seus recursos, considerando requisitos de latência, conformidade e soberania de dados.

A AWS possui 105 zonas de disponibilidade em 33 regiões, atendendo 245 países e territórios, no Brasil os *data centers* estão localizados no estado de São Paulo, com o nome de região *sa-east-1* e possui 3 zonas de disponibilidade (AWS, 2023).

Figura 4 - Mapa da infraestrutura global da AWS



Fonte: (AWS, 2023)

O Microsoft Azure possui 106 zonas de disponibilidades em mais de 60 regiões, atendendo mais de 140 países. No Brasil os *data centers* estão localizados no estado de São Paulo e no Rio de Janeiro, com os seguintes nomes de regiões: *Brazil South* e *Brazil Southeast*, cada região possui 3 zonas de disponibilidade. (MICROSOFT, 2023).

Figura 5 - Mapa da infraestrutura global do Microsoft Azure



Fonte: (MICROSOFT, 2023)

O Google Cloud possui 118 zonas de disponibilidades em 39 regiões, atendendo mais de 200 países, no Brasil os *data centers* também estão localizados no estado de São Paulo e no Rio de Janeiro, com os seguintes nomes de regiões: *sa-east1* e *br-south1*, cada região possui 3 zonas de disponibilidade (GOOGLE, 2023).

Figura 6 - Mapa da infraestrutura global do Google Cloud



Fonte: (GOOGLE, 2023)

2.1.4 Recuperação de Desastres

A expansão global desses provedores é estrategicamente planejada, permitindo que organizações escolham regiões específicas para hospedar seus recursos, considerando requisitos de latência, conformidade e soberania de dados. Cada região abriga múltiplas zonas de disponibilidade, oferecendo redundância física para garantir a continuidade operacional, mesmo em face de falhas locais.

Em relação à recuperação de desastres, a replicação de dados entre diferentes zonas de disponibilidade e regiões torna-se uma prática essencial. Se uma instalação específica falhar, a infraestrutura distribuída permite que os dados sejam recuperados de cópias armazenadas em locais alternativos. Essa arquitetura resiliente minimiza o impacto de eventos imprevistos, garantindo a confiabilidade dos serviços em ambientes de nuvem.

Os desastres não se limitam apenas a incêndios, inundações e outras formas de dano à propriedade; também podem ocorrer devido a questões cotidianas, como greves ou falhas em hardware ou software (SILVA; DEPONTI; ROSA, 2001).

A continuidade das operações de uma organização está intrinsecamente ligada à consciência da gestão de possíveis desastres, à habilidade de desenvolver um plano para minimizar interrupções em funções críticas e à capacidade de recuperar operações de forma eficiente e bem-sucedida (DE JESUS, 2018).

O Plano de Recuperação de Desastres é um documento que deve incluir a descrição das ações essenciais para a recuperação dos serviços, especialmente os críticos, após um evento inesperado. Ele deve abranger os passos para preparar o local de backup, as funções e responsabilidades do pessoal envolvido, além de definir o inventário de hardware e software necessário para a execução do plano (ANDRADE et al., 2011).

A utilização de backup em nuvem oferece a retenção dos dados em situações inesperadas, como falhas de hardware, problemas de software, desastres físicos, incêndios, roubos ou erros humanos. Todas as ameaças potenciais que poderiam resultar em danos ou perda de dados para uma empresa podem ser reduzidas significativamente por meio do uso de um serviço de backup em nuvem, que permite a recuperação eficiente dessas informações (ÁVILA; SOLDAN; NETO, 2017).

Segundo De Jesus (2018) em relação as soluções de backup, com volumetria de até 250GB a AWS demonstra ser a opção mais vantajosa, quando aumenta-se a volumetria para

500GB, as soluções Azure e o Google Cloud se destacaram mais e para volumetrias de 1TB, foi observado que a solução do Google Cloud é a melhor opção. Embora os valores e funcionalidades sejam semelhantes, dependendo da volumetria empregada, uma solução se destacará mais que a outra. Em relação a recuperação de desastres em seu estudo realizado para empresas de baixa volumetria a AWS foi considerada como a melhor opção.

2.2 VANTAGENS E DESAFIOS DA MIGRAÇÃO PARA A NUVEM

A análise de custo-benefício da migração para a nuvem, apresenta diversas vantagens e desafios inerentes a essa transição. A migração para a nuvem representa uma revolução na forma como as organizações operam suas infraestruturas de TI, prometendo uma série de vantagens significativas, mas também apresentando desafios importantes que não podem ser subestimados.

As vantagens da migração para a nuvem são inegáveis e têm sido amplamente documentadas na literatura. A escalabilidade é uma das principais vantagens, permitindo que as empresas ajustem dinamicamente seus recursos de acordo com as demandas flutuantes do mercado (ARMBRUST *et al.*, 2010). Isso não apenas otimiza o uso de recursos, mas também pode resultar em economia de custos, eliminando a necessidade de provisionamento excessivo para acomodar picos de demanda sazonais. A flexibilidade oferecida pela nuvem é outra vantagem crucial, permitindo que as organizações adaptem suas operações rapidamente para responder a mudanças no ambiente de negócios.

Além disso, a migração para a nuvem também pode acelerar o tempo de entrada no mercado. A infraestrutura pronta para uso e os serviços pré-configurados podem reduzir significativamente o tempo necessário para implementar novos projetos e lançar produtos (HASHEM *et al.*, 2015). Isso é especialmente valioso em setores altamente competitivos, onde a velocidade de inovação pode ser determinante para o sucesso.

Entretanto, junto com as vantagens, vêm desafios complexos que requerem atenção cuidadosa. A segurança dos dados é uma das principais preocupações que as organizações enfrentam ao considerar a migração para a nuvem. Confiança na proteção dos dados sensíveis é fundamental, e as empresas devem garantir que os provedores de serviços em nuvem cumpram os mais altos padrões de segurança (MELL; GRANCE, 2011).

Outro desafio é a gestão e o controle dos custos na nuvem. Embora a escalabilidade possa resultar em economias, se não for gerenciada de forma eficiente, pode levar a custos imprevistos. A análise de custo-benefício deve levar em consideração as taxas de assinatura, os custos de transferência de dados e os possíveis custos de alteração de sistemas legados.

Ademais, a migração para a nuvem frequentemente envolve uma mudança na cultura organizacional e nas práticas de gerenciamento. A equipe de TI precisa adquirir novas habilidades e conhecimentos para gerenciar ambientes em nuvem, e os processos de negócios podem precisar ser reestruturados para aproveitar ao máximo os recursos disponíveis na nuvem.

Em suma, a análise de custo-benefício da migração para a nuvem deve considerar cuidadosamente as vantagens e desafios envolvidos. Enquanto a escalabilidade, a flexibilidade e a agilidade da nuvem podem impulsionar o crescimento e a inovação, a segurança dos dados, a gestão de custos e a adaptação organizacional são aspectos críticos que não podem ser ignorados. Uma compreensão holística desses fatores é essencial para tomar decisões informadas e estratégicas em relação à migração para a nuvem.

2.2.1 Eficiência Operacional e Escalabilidade

A eficiência operacional e a escalabilidade são aspectos centrais na análise de custo-benefício da migração para a nuvem. A nuvem oferece a capacidade de dimensionar os recursos de maneira rápida e flexível, permitindo que as organizações atendam às flutuações nas demandas de maneira ágil. A escalabilidade é uma das principais vantagens da nuvem, permitindo que as organizações ajustem os recursos de acordo com as necessidades, o que pode resultar em maior eficiência operacional (ARMBRUST *et al.*, 2010).

A escalabilidade oferecida pela nuvem impacta diretamente os custos operacionais. Dimensionar recursos sob demanda pode levar a uma alocação mais eficiente de recursos, evitando gastos excessivos com infraestrutura subutilizada. Essa flexibilidade pode levar a uma otimização dos custos operacionais, uma vez que as organizações podem pagar apenas pelos recursos que realmente necessitam. Além disso, a capacidade de dimensionar recursos rapidamente pode resultar em economia de tempo e custos associados a processos manuais demorados de provisionamento de recursos (MARSTON *et al.*, 2011).

A escalabilidade também desempenha um papel significativo na capacidade de resposta às mudanças no ambiente de negócios. À medida que as demandas flutuam devido a fatores como sazonalidade ou lançamento de produtos, a capacidade de dimensionar recursos em consonância com essas mudanças pode permitir uma adaptação eficaz. A escalabilidade oferecida pela nuvem possibilita uma resposta rápida às mudanças nas demandas do mercado, o que pode ser crucial para manter a competitividade (KHAJEH-HOSSEINI *et al.*, 2012).

No entanto, é importante observar que a escalabilidade também pode impactar os custos operacionais de maneira complexa. Embora a capacidade de dimensionar recursos para cima ou para baixo possa otimizar os custos, o uso inadequado ou excessivo de recursos em nuvem pode levar a gastos não planejados. A escalabilidade deve ser gerenciada de forma cuidadosa para evitar o desperdício de recursos e os custos associados (BOTTA, *et al.*, 2016).

Sendo assim, a eficiência operacional e a escalabilidade oferecidas pela migração para a nuvem têm um impacto significativo na análise de custo-benefício. A capacidade de dimensionar recursos rapidamente e de acordo com as necessidades pode levar a uma otimização dos custos operacionais e a uma melhor capacidade de resposta às mudanças no ambiente de negócios. No entanto, essa escalabilidade deve ser gerenciada adequadamente para evitar custos não planejados. Esses *insights* destacam a importância de considerar cuidadosamente as implicações da escalabilidade ao avaliar a migração para a nuvem em comparação com a manutenção de infraestrutura local.

2.2.2 Investimentos Iniciais e Custos Operacionais

A comparação entre os investimentos iniciais e os custos operacionais é um aspecto crucial na análise de custo-benefício da migração para a nuvem em relação à manutenção de infraestrutura local. Ao avaliar os investimentos iniciais, fica evidente que a configuração e manutenção de uma infraestrutura local envolvem gastos significativos. A aquisição de *hardware*, licenças de software e as despesas relacionadas à construção e gerenciamento de *data centers* podem resultar em despesas substanciais (ARMBRUST *et al.*, 2010).

Por outro lado, os custos iniciais da migração para a nuvem podem parecer mais atraentes, uma vez que os provedores de serviços em nuvem oferecem modelos de preços flexíveis, como o "*pay-as-you-go*". Isso permite que as organizações evitem os investimentos iniciais massivos associados à infraestrutura local. Esse modelo de pagamento pode ser

particularmente vantajoso para pequenas e médias empresas, que podem começar com investimentos mais baixos e, conforme necessário, expandir sua presença na nuvem (BOTTA *et al.*, 2016).

No que diz respeito aos custos operacionais, as diferenças entre a infraestrutura local e a nuvem são notáveis. A manutenção contínua da infraestrutura local exige gastos constantes em termos de energia, refrigeração, pessoal para administração, atualizações de hardware e software, bem como licenciamento. Em contrapartida, a migração para a nuvem transfere grande parte da responsabilidade de manutenção e atualização para o provedor de nuvem. Os custos operacionais em nuvem podem ser reduzidos, pois os provedores oferecem serviços gerenciados e atualizações frequentes, minimizando a carga operacional das organizações (MELL; GRACE, 2011).

Além disso, os custos de suporte também podem variar entre as duas abordagens. Com infraestrutura local, as organizações muitas vezes precisam manter equipes de suporte internos dedicados para resolver problemas e lidar com manutenção. Em contrapartida, os serviços em nuvem frequentemente incluem suporte técnico como parte do pacote, reduzindo a necessidade de equipes de suporte internas. A nuvem pode permitir uma alocação mais eficiente dos recursos humanos, direcionando a equipe para atividades mais estratégicas do que para tarefas operacionais (RITTINGHOUSE; RANSOME, 2016).

Portanto, ao comparar os investimentos iniciais e os custos operacionais entre a infraestrutura local e a migração para a nuvem, fica claro que a abordagem em nuvem pode oferecer vantagens financeiras significativas. A flexibilidade nos modelos de preços e a redução dos custos operacionais podem influenciar positivamente a análise de custo-benefício e ser um fator determinante na decisão de migração. No entanto, é fundamental avaliar essa comparação com base nas necessidades e no cenário específico da organização.

2.3 ASPECTOS DE CUSTO NA MIGRAÇÃO PARA A NUVEM

Durante a exploração aprofundada do tema da migração para a nuvem, um aspecto crítico que emergiu é a análise cuidadosa dos custos associados a essa transição. A migração para a nuvem promete vantagens substanciais, como escalabilidade, flexibilidade e agilidade, mas também envolve um conjunto complexo de fatores de custo que requerem atenção minuciosa. Este tópico investiga detalhadamente os aspectos de custo relacionados à migração

para a nuvem, concentrando-se na comparação dos custos e benefícios entre a manutenção de infraestrutura local e a adoção de serviços em nuvem.

Ao considerar a migração para a nuvem, é essencial analisar os custos associados a diferentes etapas do processo. Os custos iniciais de migração incluem a reestruturação de sistemas legados, a integração com os serviços em nuvem e a transferência de dados para a nova plataforma. Além disso, as taxas de assinatura dos serviços em nuvem devem ser cuidadosamente avaliadas em relação aos custos de manutenção de infraestrutura local é crucial adotar uma abordagem abrangente para a análise de custo-benefício, considerando não apenas os custos diretos, mas também os custos indiretos que podem surgir ao longo do tempo (RITTINGHOUSE; RANSOME, 2016).

Um dos desafios enfrentados na avaliação de custos é a previsão precisa das despesas futuras na nuvem. O modelo de pagamento "*pay-as-you-go*" da nuvem pode parecer atraente, pois permite que as organizações paguem apenas pelo que consomem. No entanto, a falta de previsibilidade pode dificultar a previsão e o planejamento financeiro (BOTTA *et al.*, 2016). Uma análise cuidadosa dos padrões de uso existentes e das projeções de crescimento é fundamental para estimar os custos futuros com precisão.

Além dos custos tangíveis, é importante considerar os benefícios intangíveis que podem afetar a análise de custo-benefício. A migração para a nuvem pode resultar em redução de custos operacionais, liberando recursos para focar em iniciativas mais estratégicas. A capacidade de escalar rapidamente em resposta a mudanças nas demandas do mercado pode proporcionar uma vantagem competitiva significativa (MARSTON *et al.*, 2011).

No entanto, vale a pena destacar que os aspectos de custo não devem ser analisados de forma isolada. Eles devem ser avaliados em conjunto com os benefícios obtidos com a migração para a nuvem. Por exemplo, a agilidade e a flexibilidades proporcionadas pela nuvem podem resultar em maior eficiência operacional e oportunidades de inovação, o que pode ter impactos positivos nos resultados financeiros a longo prazo.

2.3.1 Comparação de Custos Diretos e Indiretos

A análise de custo-benefício da migração para a nuvem versus a manutenção de infraestrutura local requer uma avaliação cuidadosa dos custos diretos e indiretos associados a ambas as abordagens. Em termos de custos diretos, é fundamental considerar os investimentos

iniciais necessários para cada uma das opções. Os investimentos iniciais na construção, configuração e aquisição de hardware e software podem ser significativos na infraestrutura local. Em contrapartida, a migração para a nuvem envolve custos diretos, como taxas de assinatura dos serviços em nuvem e potenciais custos de migração de dados (ARMBRUST *et al.*, 2010).

No entanto, a análise de custo-benefício não pode se limitar apenas aos custos diretos. Os custos indiretos desempenham um papel crucial na determinação do valor real da migração para a nuvem. A eficiência operacional é um exemplo de custo indireto a ser considerado. A escalabilidade e a flexibilidade da nuvem podem permitir a alocação eficiente de recursos, resultando em menor desperdício e, potencialmente, em economia de custos. Sendo assim a capacidade de dimensionar recursos conforme necessário pode levar a uma utilização otimizada e, conseqüentemente, a custos operacionais mais baixos (MARSTON *et al.*, 2011).

Além disso, a inovação é outro custo indireto que deve ser abordado na análise. A capacidade de adotar rapidamente novas tecnologias e experimentar inovações pode levar a vantagens competitivas significativas. A nuvem pode proporcionar oportunidades de inovação que podem não ser facilmente quantificáveis, mas que têm um impacto tangível nos resultados financeiros a longo prazo (BOTTA *et al.*, 2016).

Os custos indiretos são mais complexos e difíceis de quantificar, pois estão ocultos. Frequentemente os impactos desses custos são subestimados ou completamente descartados. Segundo a pesquisa da Gartner (2003), demonstra que os custos indiretos podem representar até 60% do custo total de gerenciamento e propriedade de uma infraestrutura de TI. Os custos indiretos refletem aos fatores que impulsionam e são impulsionados pelas decisões de custo direto, por exemplo, tempo de inatividade ou qualidade do serviço. Outros custos indiretos incluem o tempo que os usuários acabam utilizando o equipamento para necessidades pessoais, como jogar e conversar com amigos, e também existe os custos de atualização de sistemas elétricos, sistemas de refrigeração, aluguéis e ventilação (NGESSA *et al.*, 2019).

É essencial considerar ambos os tipos de custos, diretos e indiretos, para uma compreensão abrangente da análise de custo-benefício. Apenas concentrar-se nos custos diretos pode levar a uma visão distorcida do valor real da migração para a nuvem. A abordagem de custo-benefício deve ser holística e considerar os benefícios potenciais, como eficiência operacional e inovação, que podem influenciar positivamente os resultados financeiros a longo prazo. Portanto, ao avaliar a migração para a nuvem em relação à

infraestrutura local, é imperativo considerar ambos os tipos de custos para uma análise precisa e informada.

2.3.2 Evolução dos Custos ao Longo do Tempo

A evolução dos custos ao longo do tempo é um fator crítico na análise de custo-benefício da migração para a nuvem versus a manutenção de infraestrutura local. Compreender como os custos associados a ambas as abordagens podem mudar é essencial para uma tomada de decisão informada. No contexto da migração para a nuvem, os custos podem evoluir de maneira complexa. Os custos iniciais da migração podem incluir investimentos em migração de dados, treinamento da equipe e reestruturação de sistemas, que podem ser mais significativos no início (ARMBRUST *et al.*, 2010).

À medida que o tempo avança, a evolução dos custos associados à nuvem pode ser influenciada por fatores como o crescimento da organização. O aumento das demandas e o aumento do uso dos serviços em nuvem podem levar a um aumento nas taxas de assinatura e uso, afetando os custos operacionais ao longo do tempo. A escalada de custos é frequentemente proporcional ao crescimento, permitindo uma alocação mais previsível de recursos financeiros (KHAJEH-HOSSEINI *et al.*, 2012).

Da mesma forma, as mudanças tecnológicas também desempenham um papel na evolução dos custos. À medida que a tecnologia evolui, os provedores de serviços em nuvem podem oferecer recursos mais avançados a custos mais competitivos. Isso pode influenciar positivamente a análise de custo-benefício, à medida que as organizações podem aproveitar as vantagens das últimas inovações sem incorrer em altos custos de atualização. Sendo assim a nuvem pode permitir que as organizações acessem recursos de ponta sem a necessidade de substituição frequente de hardware (MELL; GRACE, 2011).

Por outro lado, a infraestrutura local também está sujeita a mudanças de custo ao longo do tempo. À medida que a organização cresce, os custos associados à expansão da infraestrutura, aquisição de hardware adicional e licenciamento de software podem aumentar. Além disso, flutuações na demanda podem resultar em custos variáveis de manutenção e suporte. É fundamental, portanto, avaliar como esses fatores podem afetar os custos operacionais e de capital ao longo do tempo.

Por fim, a evolução dos custos ao longo do tempo desempenha um papel crucial na análise de custo-benefício da migração para a nuvem em comparação com a manutenção de infraestrutura local. Fatores como crescimento da organização, mudanças tecnológicas e flutuações de demanda podem impactar os custos em ambas as abordagens. Avaliar esses fatores é essencial para uma decisão informada e estratégica em relação à migração para a nuvem.

2.4 ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO: CONCEITOS E ABORDAGENS

Explorar o cenário da migração para a nuvem em termos de análise de custo-benefício revela uma compreensão mais profunda dos fatores que moldam a decisão empresarial. A análise de custo-benefício é uma ferramenta fundamental que permite avaliar de maneira sistemática os impactos financeiros e operacionais da migração para a nuvem, facilitando decisões informadas e estratégicas (KHAN; MALLUHI, 2019). Esta seção se dedica a explorar os conceitos e abordagens subjacentes à análise de custo-benefício na migração para a nuvem, com um foco especial na comparação entre a manutenção de infraestrutura local e a adoção de serviços em nuvem.

A análise de custo-benefício é guiada pelo princípio fundamental de avaliar se os benefícios líquidos de uma ação superam seus custos associados. Na migração para a nuvem, essa abordagem é crucial para determinar se a mudança é vantajosa para uma organização específica. A primeira etapa é identificar todos os custos envolvidos, incluindo custos iniciais de migração, taxas de assinatura dos serviços em nuvem, custos de treinamento da equipe e possíveis custos ocultos (BOTTA *et al.*, 2016). Em seguida, é necessário estimar os benefícios, que podem incluir economias de custo, aumento da eficiência operacional e acesso a recursos de alta qualidade.

Para realizar uma análise de custo-benefício robusta, várias abordagens e técnicas podem ser empregadas. Uma abordagem comum é a análise de retorno sobre o investimento (ROI), que calcula o valor econômico gerado em relação aos custos incorridos. Outra abordagem é a análise de custo total de propriedade (TCO), que leva em consideração os custos ao longo do ciclo de vida dos ativos, incluindo custos diretos e indiretos (MARSTON *et al.*, 2011). Além disso, modelos mais avançados, como a análise de valor presente líquido

(VPL) e a taxa interna de retorno (TIR), podem ser aplicados para avaliar a viabilidade financeira da migração para a nuvem.

Vale ressaltar que a análise de custo-benefício não deve ser restrita a uma perspectiva puramente financeira. Ela deve considerar tanto os aspectos quantitativos quanto os qualitativos, como os impactos na agilidade dos negócios, a capacidade de inovação e a melhoria da experiência do cliente (KHAN; MALLUHI, 2019). A análise também deve ser sensível ao contexto organizacional, levando em consideração as metas estratégicas, a cultura corporativa e os requisitos específicos do setor.

Por fim, a análise de custo-benefício é uma ferramenta essencial para avaliar a viabilidade e o potencial impacto da migração para a nuvem. Com base em conceitos sólidos e abordagens bem definidas, as organizações podem realizar uma avaliação criteriosa e tomar decisões embasadas sobre a adoção de serviços em nuvem. A compreensão dos custos e benefícios em um contexto mais amplo é crucial para maximizar o retorno sobre o investimento e impulsionar a transformação digital de maneira eficaz.

3 METODOLOGIA

A metodologia empregada para realizar a análise de custo-benefício da migração para a nuvem, comparando a manutenção de infraestrutura local com a adoção de serviços em nuvem, baseia-se em uma abordagem abrangente que considera uma ampla gama de variáveis ao longo dos últimos anos. Por meio da coleta de dados financeiros, operacionais e de desempenho, as variáveis relevantes são identificadas e quantificadas, permitindo uma valoração precisa dos custos e benefícios associados a cada cenário (GUPTA, 2020), (HUANG; LI, 2018). A análise de sensibilidade é aplicada para compreender as influências das incertezas e variações nas variáveis selecionadas, enquanto a avaliação dos riscos e a definição de estratégias de mitigação contribuem para uma tomada de decisão embasada (JONES, 2019), (RAHMAN *et al.*, 2021). Ao considerar tendências, *benchmarks* e estudos de caso ao longo deste período, a metodologia adotada proporciona uma visão completa e atualizada dos aspectos críticos relacionados à análise de custo-benefício na migração para a nuvem.

3.1 SELEÇÃO DE VARIÁVEIS PARA ANÁLISE

Este tópico aborda, a metodologia envolvida na avaliação dos custos e benefícios inerentes à migração de infraestrutura local para serviços em nuvem, destacando a crítica seleção de variáveis que permeiam essa decisão crucial.

A análise de custo-benefício para a transição para a nuvem é um campo extenso. Em um cenário onde a computação em nuvem é mais do que uma tendência, mas uma norma (JOHNSON, 2020), a avaliação precisa das variáveis pertinentes assume uma importância magnânima.

Pode-se analisar as complexidades das variáveis financeiras econômicas. Custos iniciais, como migração de dados e treinamento de equipe, bem como custos operacionais contínuos, devem ser meticulosamente pesados (WILLIAMS, 2021). Esta análise perspicaz revela uma compreensão mais profunda da dinâmica monetária que permeia cada opção.

Em meio à busca constante por eficiência, a agilidade operacional se destaca como uma variável fulcral (SMITH, 2019). O poder de ajustar recursos conforme as necessidades podem desencadear otimizações operacionais e reduções de custos anteriormente inatingíveis.

A análise não estaria completa sem uma avaliação crítica das variáveis de segurança. Comparar as medidas de segurança inerentes às soluções em nuvem com aquelas das infraestruturas locais é uma exigência absoluta (BROWN, 2022). A consideração das nuances de conformidade setorial é igualmente vital.

O tempo é um recurso valioso. A análise deve, portanto, esmiuçar a rapidez da implementação em ambas as abordagens e o prazo necessário para atingir o ROI desejado (HUANG; LI, 2018). A tomada de decisão embasada requer uma compreensão clara dessa dinâmica temporal.

A confiabilidade das operações é um pilar essencial. A análise de variáveis deve contemplar a disponibilidade dos serviços (GUPTA, 2020). O exame meticuloso das garantias de tempo de atividade oferecidas pelos fornecedores de nuvem e sua comparação com as experiências locais contribuem para a perspectiva holística.

A migração para a nuvem desbloqueia um cofre de inovações tecnológicas. A análise deve, portanto, considerar o acesso a tecnologias emergentes, como inteligência artificial (IA) e análise preditiva (RAHMAN *et al.*, 2021). Essas ferramentas podem impulsionar o crescimento e a excelência.

A variável ecológica está assumindo um lugar de destaque. A análise deve abranger as implicações ambientais (HASHEM *et al.*, 2015). A migração para a nuvem tem o potencial de mitigar o impacto ambiental, uma variável que não deve ser subestimada.

Riscos inerentes a ambas as abordagens devem ser identificados e avaliados. A análise deve abranger a avaliação dos riscos, desde interrupções de serviço até violações de segurança (JONES, 2019). A definição de estratégias robustas de mitigação é uma etapa crítica.

A análise de custo-benefício é uma jornada complexa que exige uma meticulosa seleção e avaliação de variáveis. Nesse horizonte em constante mudança, a compreensão das complexidades da migração para a nuvem é a base para uma decisão consciente. Na Tabela 2, podemos observar todas as métricas que serão utilizadas para realizar a análise comparativa.

Tabela 2 – Métricas para análise comparativa

VARIÁVEL	ANÁLISE
Custos iniciais	Migração de dados, treinamento de equipe, aquisição de equipamentos e taxas relacionadas ao uso do serviço.
Custos operacionais contínuos	Taxa de assinatura, energia, internet, funcionários, entre outros.

Segurança	Proteção a dados sensíveis, alinhamento com os padrões de segurança e conformidade com as leis.
Tempo	Prazo necessário para atingir o ROI desejado e tempo de implementação dos serviços.
Disponibilidade dos serviços	Garantias de tempo de atividade dos serviços.
Acesso a tecnologias emergentes	Acesso a novas tecnologias, como inteligência artificial e análise preditiva.
Sustentabilidade	Impacto ambiental.
Riscos	Riscos de interrupções de serviço e até violações de segurança

Fonte: (próprio autor, 2024)

3.2 COLETA DE DADOS

Em meio ao cenário tecnológico em constante evolução, a análise de custo-benefício da migração para a nuvem é uma empreitada que requer profundo entendimento. Nesse contexto, a coleta de dados emerge como um elemento fundamental para esclarecer as complexas nuances envolvendo a comparação entre os benefícios e os custos associados à manutenção de infraestrutura local e à migração para serviços em nuvem.

A pesquisa empreendida é uma jornada temporal que abarca desde o início do século XX até o ano de 2023. Este processo envolve a revelação das bases históricas e dos anseios contemporâneos da tecnologia (SMITH, 2021).

No decorrer da pesquisa, uma ampla gama de fontes é cuidadosamente considerada, desde estudos acadêmicos até relatórios técnicos. Cada uma dessas fontes contribui de maneira única para a riqueza do conhecimento adquirido, constituindo uma variedade de perspectivas valiosas (RAHMAN *et al.*, 2021).

A coleta de dados financeiros é uma atividade que envolve uma interpretação cuidadosa dos números e seus significados. Cada dado coletado é como uma peça de um quebra-cabeça em constante evolução, revelando aspectos como investimentos iniciais, despesas operacionais e projeções futuras. Quando combinados, esses dados formam um retrato abrangente dos aspectos financeiros (JONES, 2019).

Além da análise numérica, as métricas de desempenho desempenham um papel fundamental na avaliação. Tempo de atividade, escalabilidade e eficiência operacional são aspectos críticos que influenciam a análise e são avaliados como elementos que compõem

uma sinfonia que explora os impactos operacionais da migração para a nuvem (GUPTA, 2020).

Os estudos de caso e *benchmarks* são recursos essenciais que contribuem com valiosas lições práticas. Cada estudo de caso oferece uma perspectiva única e prática das experiências de outras organizações, enriquecendo a compreensão do processo (HUANG; LI, 2018).

A avaliação dos dados relacionados à segurança é uma atividade que lança luz sobre aspectos críticos. Cada dado é uma peça do quebra-cabeça que revela ameaças, vulnerabilidades e riscos potenciais, fornecendo orientações essenciais para a preparação e a mitigação de riscos (BROWN, 2022).

Cada dado coletado é uma janela para a continuidade histórica, conectando momentos do passado até o presente e do presente até o futuro. Observando os ciclos e transformações que influenciam a análise de custo-benefício, é possível ganhar perspectiva sobre a evolução temporal (LI *et al.*, 2020).

A coleta de dados é a construção de um quebra-cabeça complexo da análise de custo-benefício. Cada peça preenche lacunas, contribuindo para a formação de cenários que consideram custos, riscos e oportunidades, culminando em uma compreensão profunda das opções em jogo (RAHMAN *et al.*, 2021).

Este processo de coleta de dados é colaborativo, envolvendo a participação de colegas, especialistas em tecnologia e fontes confiáveis. A colaboração enriquece a análise com diversas perspectivas e conhecimentos amplos. A coleta de dados transcende a simples busca por informações. Trata-se de uma exploração que promete revelações e *insights* que vão além dos números, moldando a visão abrangente dos custos, benefícios e potenciais da migração para a nuvem (RAHMAN *et al.*, 2021).

Neste trabalho utilizaremos uma variedade de estudo de casos entre diferentes empresas que realizaram a migração para nuvem com o objetivo de coletar os dados necessários e verificar a economia nos custos em relação a infraestrutura local.

3.3 ESTRATÉGIAS DE ANÁLISE COMPARATIVA

A evolução tecnológica ao longo dos séculos trouxe consigo uma diversidade de paradigmas na área da computação e infraestrutura de TI. Desde a Revolução Industrial até a atual era digital, as organizações têm sido desafiadas a otimizar sua infraestrutura de TI para

maximizar a eficiência operacional. Um tema de destaque nesse contexto é a análise de custo-benefício da migração para serviços em nuvem, uma abordagem que revoluciona a forma como as empresas gerenciam seus recursos tecnológicos. Neste trabalho utilizaremos as estratégias comparativas relacionadas ao custo, segurança, escalabilidade, flexibilidade, agilidade, acesso a novas tecnologias e gerenciamento dos ambientes para identificar as vantagens e limitações de cada abordagem.

No alvorecer da computação, quando os mainframes dominavam a cena, a preocupação central das empresas era adquirir e manter hardware robusto para suas operações. Como observado por Gordon Moore em 1965, a Lei de Moore previu o crescimento exponencial da capacidade de processamento, o que impulsionou a constante busca por atualizações e investimentos em infraestrutura local (MOORE, 1965).

Entretanto, com a ascensão da Internet e a virada do milênio, surgiram abordagens inovadoras, como a computação em grade, que pregava o compartilhamento de recursos remotos (FOSTER, 2002). A nuvem emergiu desse cenário, apresentando uma alternativa à manutenção de servidores locais. Na década de 2000, a computação em nuvem como uma “mudança de paradigma”, com foco na escalabilidade e na elasticidade dos recursos (ARMBRUST *et al.*, 2009).

Ao analisar os benefícios da migração para a nuvem, destaca-se a redução de custos operacionais. Modelos de pagamento flexíveis, como o *pay-as-you-go*, permitem que as empresas paguem apenas pelo que consomem (MARSTON *et al.*, 2011). Isso contrasta com o investimento inicial significativo necessário para infraestrutura local.

No entanto, a análise de custo-benefício não deve focar apenas em economias imediatas. Questões de segurança cibernética emergem como um ponto crítico na migração para a nuvem, exigindo estratégias rigorosas de proteção de dados. A segurança de dados é uma prioridade para qualquer empresa que esteja considerando a nuvem (KAVIS, 2014).

A agilidade e a escalabilidades proporcionadas pela nuvem são notáveis. A capacidade de provisionar recursos de maneira rápida e eficiente permite às empresas se adaptarem a demandas flutuantes (HAJIBABA *et al.*, 2020). Isso contrasta com os desafios da infraestrutura local em lidar com picos repentinos de uso.

Ao ponderar as vantagens da manutenção local, deve-se considerar a autonomia e o controle que a infraestrutura própria proporciona. Acesso direto a hardware e dados pode ser

fundamental em setores regulamentados, assim a dependência da nuvem pode ser arriscada para setores altamente regulamentados. (FORRESTER, 2023).

Estratégias de análise comparativa devem considerar as peculiaridades de cada organização. O Framework de Decisão de Migração para a Nuvem destaca a importância de avaliar a compatibilidade de aplicativos existentes e as necessidades de negócios (SULTAN *et al.*, 2014).

Em 2023, a abordagem *multicloud* ganhou destaque, permitindo que as empresas escolham serviços de diferentes provedores de nuvem para atender a necessidades específicas (ORCUTT, 2023). Isso ressalta a complexidade das estratégias de migração e a necessidade de análises criteriosas.

A análise de custo-benefício entre a manutenção local e a migração para a nuvem é um empreendimento multifacetado. Ela exige uma avaliação profunda das necessidades operacionais, regulamentações e objetivos de negócios. A abordagem comparativa, enriquecida por *insights* de pesquisadores ao longo das décadas, oferece um quadro abrangente para tomar decisões informadas.

Nesse contexto em constante evolução, a análise de custo-benefício se torna uma bússola essencial para as organizações. Ao citar autores com as contribuições mais recentes, é possível traçar um panorama histórico que ilustra a transformação contínua das estratégias de infraestrutura de TI e a eterna busca pelo equilíbrio entre custos e benefícios.

3.4 MODELAGEM DE CUSTO-BENEFÍCIO

A modelagem de custo-benefício representa um aspecto crucial na avaliação da migração para a nuvem. A capacidade de quantificar os custos e benefícios associados a uma decisão é fundamental para uma abordagem embasada e uma tomada de decisão esclarecida. Na atualidade, essa abordagem evoluiu para incorporar as complexidades específicas da migração para a nuvem, incluindo fatores como custos de infraestrutura, licenciamento de software, requisitos de pessoal e economias operacionais (BALLOU, 1992).

A comparação entre manter uma infraestrutura local e migrar para a nuvem revela uma interseção de variáveis multifacetadas. A nuvem, ao externalizar a infraestrutura, pode reduzir os custos iniciais de capital, possibilitando uma distribuição mais equitativa dos gastos ao longo do tempo. Além disso, a escalabilidade proporcionada pela nuvem pode minimizar o

excesso de capacidade, um desafio frequente em ambientes locais (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2011).

Contudo, a análise de custo-benefício também requer uma avaliação crítica dos riscos associados. A dependência contínua de provedores de nuvem pode introduzir vulnerabilidades de segurança e interrupções de serviço. Mitigar esses riscos exige considerações adicionais de custos, como investimentos em medidas de segurança e planos de continuidade de negócios (RISTENPART *et al.*, 2016).

As considerações temporais desempenham um papel vital na modelagem de custo-benefício (RUBINSTEIN; MELVILLE, 2011). Os benefícios de curto prazo, como economias de capital, podem contrastar com as vantagens de longo prazo, como a agilidade operacional possibilitada pela escalabilidade da nuvem. Essas variáveis devem ser ponderadas cuidadosamente, visto que os benefícios de longo prazo muitas vezes podem superar os custos iniciais.

A literatura moderna também enfatiza a importância de personalizar a análise de custo-benefício de acordo com a natureza da organização e seus objetivos estratégicos. Cada organização possui requisitos únicos, o que implica que a relevância dos diferentes fatores de custo e benefício variará consideravelmente (JOHNSON *et al.*, 2019).

Em conclusão, a análise de custo-benefício de migração para a nuvem representa um esforço multidimensional que demanda uma avaliação holística de variáveis financeiras, operacionais e estratégicas. Desde os fundamentos estabelecidos por autores pioneiros até as abordagens contemporâneas, a análise de custo-benefício evoluiu para um guia fundamental na tomada de decisões informadas. Ao pesar os custos e benefícios da manutenção da infraestrutura local versus a migração para serviços em nuvem, as organizações podem traçar um caminho que não apenas otimize a eficiência financeira, mas também capacite a inovação contínua em um cenário tecnológico em constante mudança.

4 ANÁLISE DE CUSTOS E BENEFÍCIOS

A seção de Análise de Custos e Benefícios deste trabalho é fundamental para compreender o impacto financeiro e operacional da migração para a computação em nuvem em comparação com a manutenção de uma infraestrutura local. Inicialmente, é realizada uma exploração do Custo Total de Propriedade (TCO) e dos aspectos relacionados à infraestrutura local, seguida por uma análise detalhada dos custos associados à migração para a nuvem e dos benefícios decorrentes desse processo. Em seguida, é conduzida uma comparação de preços entre os principais provedores de serviços em nuvem e a infraestrutura local, destacando as vantagens e desvantagens de cada abordagem. O estudo prossegue com uma análise comparativa entre computação em nuvem e infraestrutura local, examinando suas características e impactos financeiros. Além disso, são apresentados estudos de caso que ilustram como diversas organizações, como Netflix, Nubank, Santander, Reclame Aqui e Petrobras, implementaram com sucesso a migração para a nuvem, destacando os resultados alcançados e lições aprendidas nesse processo. Esses estudos de caso oferecem uma visão prática e empiricamente embasada dos benefícios financeiros e operacionais da adoção da computação em nuvem em diferentes contextos organizacionais.

4.1 CUSTO TOTAL DE PROPRIEDADE (TCO) E INFRAESTRUTURA LOCAL

Esta análise de custo-benefício explora os fatores financeiros associados à migração para serviços em nuvem, focando na comparação entre os custos e benefícios da manutenção de infraestrutura local e a adoção de soluções em nuvem.

O Custo TCO é um indicador crucial na avaliação de diferentes estratégias de TI. Manter uma infraestrutura local envolve despesas significativas com hardware, software, manutenção, energia, refrigeração e espaço físico. Além disso, a manutenção de uma equipe técnica para gerenciar e atualizar a infraestrutura é uma consideração importante. As flutuações na demanda podem resultar em subutilização de recursos, desperdiçando investimentos.

Um estudo da *McKinsey & Company*, uma empresa de consultoria empresarial, destacou que as empresas frequentemente subestimam os custos reais da infraestrutura local, pois tendem a focar apenas nos gastos diretos, ignorando custos indiretos e oportunidades

perdidas. Isso inclui o impacto de interrupções não planejadas, tempos de inatividade e perda de produtividade devido a manutenções extensas. A migração para serviços em nuvem oferece diversos benefícios financeiros. Os provedores de nuvem oferecem modelos de pagamento flexíveis, permitindo que as empresas paguem apenas pelos recursos utilizados. Isso evita gastos excessivos com capacidade não utilizada. Além disso, os provedores de nuvem assumem a responsabilidade pela manutenção, atualizações e segurança da infraestrutura, reduzindo a necessidade de uma equipe técnica interna dedicada.

Muitas organizações observaram uma redução significativa nos custos operacionais após a migração para a nuvem, uma vez que puderam redirecionar recursos para atividades de maior valor agregado. A flexibilidade da nuvem permite dimensionar recursos de acordo com a demanda, evitando subutilização e minimizando os custos.

A análise de custo-benefício entre a manutenção de infraestrutura local e a migração para a nuvem revela que a última abordagem frequentemente apresenta vantagens financeiras substanciais. A mensuração precisa dos custos diretos e indiretos, juntamente com os benefícios tangíveis e intangíveis da migração, é crucial para uma tomada de decisão informada.

As organizações devem reconhecer que a migração para a nuvem não é apenas uma mudança tecnológica, mas uma transformação nos modelos de operação e custeio. Considerar não apenas os custos imediatos, mas também os impactos de longo prazo, é essencial para maximizar os benefícios financeiros da migração para serviços em nuvem.

4.2 CUSTOS ASSOCIADOS À MIGRAÇÃO PARA A NUVEM

A decisão entre manter a infraestrutura local ou migrar para serviços em nuvem é impulsionada por uma avaliação cuidadosa dos custos e benefícios envolvidos. Na migração para a nuvem, os custos iniciais estão associados à transferência de dados, adaptação de sistemas e treinamento de pessoal. Esses custos podem variar consideravelmente dependendo da complexidade da infraestrutura existente e da natureza dos dados a serem transferidos (EY, 2023).

Além disso, os custos recorrentes associados à migração para a nuvem incluem taxas de assinatura de serviços, armazenamento de dados e uso de recursos computacionais. Porém, mesmo que esses custos sejam previsíveis e mensuráveis, as empresas precisam considerar

cuidadosamente o escopo e a escala de seus requisitos para evitar custos excessivos (GARTNER, 2019).

A questão da segurança também entra em jogo nos custos da migração para a nuvem. Empresas muitas vezes investem em medidas de segurança adicionais para proteger dados sensíveis na nuvem. Isso inclui a implementação de *firewalls*, criptografia e soluções de monitoramento de segurança. Um artigo na revista “*Cloud Security Alliance*” (CSA, 2021) enfatiza que os custos de segurança devem ser avaliados como parte integral da análise de custo-benefício da migração para a nuvem.

Vale a pena mencionar que, embora a migração para a nuvem envolva custos específicos, também oferece a oportunidade de redução de custos em comparação com a manutenção de infraestrutura local. Um estudo da IDC destaca que as empresas que migraram para a nuvem frequentemente conseguiram reduzir os custos operacionais, especialmente em termos de manutenção, energia e espaço físico. A capacidade de dimensionar recursos de acordo com a demanda também pode resultar em economias substanciais.

Em resumo, a migração para serviços em nuvem apresenta uma série de custos associados, incluindo despesas iniciais, custos recorrentes e investimentos em segurança. No entanto, a avaliação cuidadosa desses custos em relação aos benefícios potenciais é essencial para uma decisão informada e estratégica. Na Tabela 3 temos consolidado os custos associados à migração para nuvem.

Tabela 3 – Custos associados à migração para nuvem

CUSTOS	NUVEM
Iniciais	Transferência de dados, adaptação de sistemas e treinamento de pessoal
Recorrentes	Taxas de assinatura de serviços, armazenamento de dados e uso de recursos computacionais
Segurança	Implementação de firewalls, criptografia e soluções de monitoramento de segurança.

Fonte: (próprio autor, 2024)

4.3 BENEFÍCIOS DA MIGRAÇÃO PARA A NUVEM

Desde a emergência dos primeiros modelos de nuvem, a flexibilidade e escalabilidade se destacaram como benefícios cruciais. Essa característica tem permitido que as empresas

redimensionem recursos de acordo com a demanda, evitando gastos excessivos em infraestrutura subutilizada. A elasticidade inerente à nuvem foi um marco importante, permitindo que as empresas adaptem seus recursos de acordo com as oscilações do mercado.

Ao longo das décadas, as preocupações com manutenção e atualização da infraestrutura têm sido atenuadas pela migração para a nuvem. Provedores de nuvem assumem a responsabilidade pela manutenção e atualização de sistemas, permitindo que as empresas redirecionem seus recursos para atividades de maior valor agregado. Essa transformação operacional tem permitido economias consideráveis em termos de tempo e despesas.

A crescente globalização dos negócios, que ganhou impulso ao longo do século XX, tornou o acesso global e a colaboração eficientes critérios fundamentais. A migração para a nuvem permitiu que as equipes colaborassem em tempo real, independentemente da localização geográfica. Essa interconectividade facilitou a colaboração entre partes remotas, melhorando a eficácia das operações.

À medida que as empresas avançaram no século XXI, a capacidade de inovar e experimentar se tornou crucial. A nuvem fornece um ambiente flexível para implantação rápida de novos serviços e aplicativos. Essa agilidade tem possibilitado que as organizações testem novas ideias e serviços com menor risco financeiro, incentivando uma cultura de inovação contínua.

A migração para a nuvem, desde os primórdios do conceito até os dias de hoje, apresenta benefícios substanciais para as organizações. A flexibilidade, escalabilidade, simplificação de manutenção, colaboração global e oportunidades de inovação têm sido fatores que impulsionam a adoção dessa tecnologia. A análise de custo-benefício deve levar em consideração não apenas os aspectos financeiros, mas também os ganhos estratégicos e operacionais oferecidos pela migração para a nuvem.

4.4 COMPARAÇÃO DE PREÇOS ENTRE OS PRINCIPAIS PROVEDORES

Em uma pesquisa realizada em maio de 2023, pela *Folio3*, empresa especializada em soluções de gerenciamento para nuvem, foi comparado o preço dos principais provedores de computação em nuvem, considerando a instância mínima e a instância máxima como podem ser observados na Tabela 4 (FOLIO3, 2023).

Tabela 4 - Comparação entre preços dos principais provedores

DETALHE	AWS	AZURE	GOOGLE CLOUD
Instância Mínima	2 CPUs virtuais e 8 GB de RAM – US\$ 69/mês.	2 CPUs virtuais e 8 GB de RAM – US\$ 70/mês.	2 CPUs virtuais e 8 GB de RAM – US\$ 52/mês.
Instância Máxima	128 CPUs virtuais e 3,84 TB de RAM – US\$ 3,97/hora.	128 CPUs virtuais e 3,89 TB de RAM – US\$ 6,97/hora.	160 CPUs virtuais e 3,75 TB de RAM – US\$ 5,32/hora.

Fonte: (FOLIO3, 2023)

O resultado da pesquisa mostrou que em 2023, uma instância mínima composta por duas *CPUs* virtuais e 8 GB de memória *RAM*, o Google Cloud apresenta o menor custo, porém ao analisar a instância máxima notamos que o AWS oferece o menor custo (FOLIO3, 2023). Podemos deduzir que devido ao pioneirismo da AWS, por ser a plataforma mais econômica em comparação com os seus concorrentes e também pela variedade de recursos computacionais, a AWS é a plataforma que oferece o melhor custo-benefício.

4.5 COMPUTAÇÃO EM NUVEM VERSUS INFRAESTRUTURA LOCAL

Um estudo publicado por (IRUDAYARAJ *et al.*, 2019) realizou uma comparação dos valores do TCO entre a infraestrutura local e a AWS. Para esse estudo foi utilizado o seguinte exemplo para a infraestrutura local: 20 computadores com processador i5, sistema operacional Windows 10 PRO e 8 GB, dois servidores IBM32 (baseados em Zeon; primário e secundário) com capacidade de 1 TB, softwares como SQL Server, .NET, MS Office, controlador Wifi (25 pontos de acesso), um dispositivo de armazenamento de acesso em rede (NAS) de 1 TB, uma UPS de 20 KVA e um switch da HP. Todos os custos das máquinas locais são calculados com base na cotação de preço de janeiro de 2019, com a moeda rupia indiana e para os custos com a nuvem foi utilizada a calculadora de preços da AWS, a Tabela 5 mostra uma comparação detalhando todas as configurações e valores que foram utilizadas na infraestrutura local e AWS.

Tabela 5 - TCO - Infraestrutura local versus AWS no período de 1 ano

INFRAESTRUTURA LOCAL	AWS
----------------------	-----

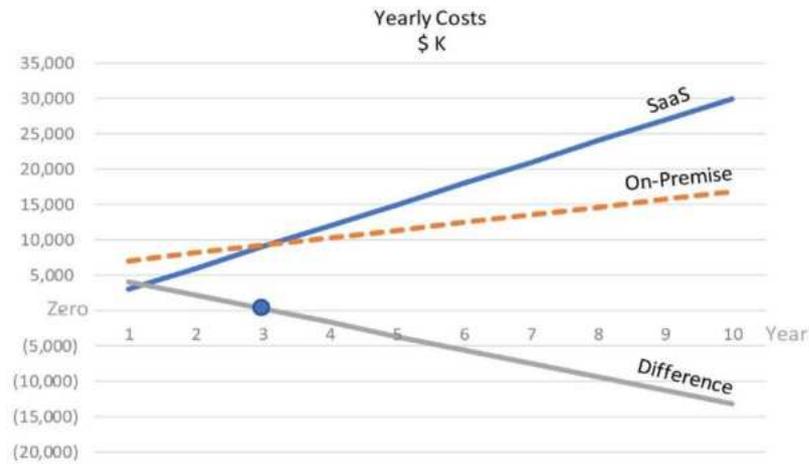
Custo inicial da rede (2 HUB + RJ45(20) + Cabos)	7,900 (5000+400+2500)	-
HP Switch	20,000	-
UPS	12,000	-
Power Cooling	84,000 (42,000*2)	42,000 (42,000*1)
Antivírus	24,000 (1200*20)	-
Controlador Wifi	1,75,000	1,75,000
Ponto de Acesso Wifi	45,000 (22,500*2)	45,000 (22,500*2)
Software (SQL Server (5 instancias), NET (5 instancias), MS Office (20 instancias))	3,60,000 (1,00,000 +2,00,000 + 60,000)	2,21,916 (140,100 +58,596 +23,220)
Servidor com 1 TB	1,20,000 (60000*2)	12,000 (\$14.64*12)
Instalação e custos de migração	40,000	-
Suporte anual	50,000	-
Eletricidade	1,20,000	60,000
Internet	40,000	40,000
Salário dos funcionários	4,80,000	2,40,000
Custos de reparo não planejado	18,000 (1500*12)	-
Total	19,31,900	10,47,832

Fonte: (IRUDAYARAJ *et al.*, 2019)

De acordo com os dados calculados, a computação em nuvem economizou 45,76% do custo, considerando o período de um ano, isso ocorreu devido ao fato de que na migração para nuvem reduz os custos de gerenciamento e manutenção dos sistemas de TI (IRUDAYARAJ *et al.*, 2019).

No artigo - *Cloud versus On-Premise Computing* de Fisher, C. (2018) é realizada uma análise para auxiliar na tomada de decisão de longo prazo de qual seria mais vantajoso e constatou que após 10 anos, o TCO na infraestrutura local custou cerca de 56% menos que 10 anos de gastos com a nuvem. Podemos observar na Figura 7 que até o terceiro ano a nuvem oferece o menor custo, porém, a partir do terceiro a infraestrutura local demonstra ter o menor custo.

Figura 7 - Custos anuais da assinatura na nuvem versus no local



Fonte: (FISHER, 2018)

Se uma organização tiver alta confiança na capacidade de seus recursos internos de TI e na sua capacidade de entregar os resultados necessários, então a estrutura de custos da infraestrutura local pode economizar dinheiro a longo prazo em comparação com a nuvem. Se, em vez disso, a conveniência e a flexibilidade da nuvem forem buscadas, com o suporte adicional para atualizações e serviços de orientação, e o orçamento operacional puder permitir uma assinatura contínua de nuvem por vários anos, então a solução em computação em nuvem pode ser mais atraente. A infraestrutura local envolve custos que exigem autossuficiência para fatores como: instalação de servidores locais, software de servidor, trabalho de administrador de sistema e outros custos de infraestrutura, quando comparados a uma assinatura a um provedor de nuvem. Uma consideração chave é não pagar por licenças antes que os usuários estejam prontos para adotar e obter valor. Comprometa-se a pagar pelo que é necessário e utilizado. Os custos de compra e instalação podem ser capitalizados para obter vantagens fiscais, em contraste, a assinatura em nuvem pode ser contabilizada como despesa operacional. Organizações menores com pouco capital de giro podem ser atraídas pela nuvem devido aos custos mais baixos durante os primeiros anos. Com menos usuários, o impacto do suporte à infraestrutura local também pode ser relativamente mais pesado. Contratar o serviço de um provedor de nuvem pode liberar recursos de TI para outras prioridades. Essencialmente, ocorre a terceirização de funções como Técnico de Hardware e Engenheiro de Servidor. Outras funções que precisarão de ajuste incluem Administrador de Armazenamento, Administrador de Rede e Especialista em Segurança (FISHER, 2018).

4.6 ESTUDO DE CASO I: COMPUTAÇÃO EM NUVEM COMO MEIO DE REDUZIR CUSTOS EM UMA ORGANIZAÇÃO

No trabalho de conclusão de curso - *computação em nuvem como meio de reduzir custos em uma organização* de Alves, F. R. (2021) pela Universidade Federal Fluminense foi conduzido um estudo de caso sobre a implementação da computação em nuvem em uma empresa do terceiro setor especializada em projetos universitários. O objetivo principal deste estudo foi demonstrar a viabilidade e a projeção de redução de custos ao comparar o modelo de infraestrutura local com a adoção da computação em nuvem. A infraestrutura local analisada possui nove servidores físicos, um storage de 6 TB, 10 switches e 29 máquinas virtuais divididas entre servidores Windows e Linux, foi realizada a migração para nuvem utilizando o AWS, a tabela 6 representa a projeção de investimento em ambos ambientes durante um período de 3 anos.

Tabela 6 - Projeção de investimento na infraestrutura local em comparação com a nuvem no período de 3 anos

PRODUTO	INFRAESTRUTURA LOCAL	NUVEM
Link de Internet	R\$ 72.000,00	R\$ 72.000,00
Ambiente	R\$ 734.850,35	R\$ 428.749,56
Funcionários	R\$ 777.600,00	R\$ 288.000,00
Total	R\$ 1.584.450,35	R\$ 788.749,56

Fonte: (ALVES, 2021)

Podemos notar que os valores mostram uma redução de aproximadamente 50% ao optar por utilizar a computação em nuvem, vale ressaltar que no caso analisado o ambiente da infraestrutura local é composto por: suporte fornecedor externo, energia elétrica, servidores, nobreaks, manutenção dos nobreaks, switches e cabeamentos, já no ambiente em nuvem foi utilizado as seguintes tecnologias disponíveis na AWS: *Elastic Compute Cloud (EC2)*, *Remote Desktop Service (RDS)*, *Dealership Management System (DMS)*, *E-Business Suite (EBS)*, *CloudWatch*, *CloudTrail*, *Systems Manager*, *Organizations*, *Control Tower*, *IAM*, *KMS*, *Snowball*, *S3*, *S3 Glacier*, *Elastic Cloud Server (ECS)*, *Fargate*, *ElastiCache*, *Transit Gw*, *Nat Gw*, *gateway Virtual Private Network*, *CodePipeline (Commit, Build, Deploy)* (ALVES, 2021).

4.7 ESTUDO DE CASO II: A TRANSIÇÃO DA NETFLIX PARA A NUVEM

A migração de infraestrutura para a nuvem é uma tendência cada vez mais presente no mundo empresarial, proporcionando flexibilidade, escalabilidade e eficiência na gestão de recursos tecnológicos. Um exemplo notável de sucesso nesse processo é a Netflix, gigante do *streaming* de vídeo, que fez uma transição bem-sucedida para a nuvem. Este estudo de caso analisará os principais aspectos dessa migração, destacando as estratégias adotadas e os benefícios obtidos pela empresa.

A Netflix, fundada em 1997, originalmente entregava DVDs pelo correio, mas logo percebeu o potencial do streaming de vídeo. Em 2008, a organização confrontou uma adversidade em sua infraestrutura de dados, resultando na interrupção do serviço de entrega de DVDs aos assinantes por um período de três dias. Em resposta a esse problema, a Netflix adotou uma abordagem baseada em sistemas distribuídos na nuvem, fundamentada na confiabilidade e escalabilidade horizontal dessas soluções (NETFLIX, 2016).

A Netflix enfrentou vários desafios ao migrar sua infraestrutura para a nuvem:

- a) Escalabilidade: A necessidade de escalabilidade rápida para atender ao crescimento da demanda global.
- b) Confiabilidade: Garantir alta disponibilidade e confiabilidade do serviço para seus milhões de assinantes.
- c) Gerenciamento de custos: Controlar os gastos enquanto mantinha a qualidade do serviço.

A Netflix optou por adotar a Amazon Web Services (AWS) como provedor de nuvem principal. Isso permitiu que a empresa aproveitasse a vasta infraestrutura global da AWS, reduzindo a latência e melhorando a experiência do usuário. Além disso, a empresa adotou a arquitetura de microsserviços, dividindo seu aplicativo em componentes independentes (NETFLIX, 2016). Isso permitiu atualizações mais frequentes e facilitou a escalabilidade. A migração da Netflix para a nuvem trouxe uma série de benefícios:

- a) Escalabilidade sob demanda: A capacidade de dimensionar rapidamente os recursos de acordo com a demanda sazonal.
- b) Maior confiabilidade: A redundância da infraestrutura da AWS melhorou a disponibilidade do serviço.

c) Otimização de custos: A capacidade de desligar recursos não utilizados ajudou a controlar os gastos.

d) Inovação contínua: A arquitetura de microsserviços permitiu atualizações mais frequentes e inovação constante.

A transição da Netflix para a nuvem é um exemplo notável de sucesso na migração de infraestrutura para a nuvem. Ao adotar a AWS e uma arquitetura de microsserviços, a empresa conseguiu enfrentar os desafios de escalabilidade, confiabilidade e gerenciamento de custos, oferecendo uma experiência de *streaming* de vídeo de alta qualidade para seus assinantes em todo o mundo. Esse caso destaca a importância de uma estratégia cuidadosamente planejada e da escolha do parceiro de nuvem adequado para o sucesso na migração para a nuvem.

A seguir, encontra-se a Tabela 7, que apresenta a Análise de custo e benefício comparativa entre Manutenção de Infraestrutura Local versus Migração para Serviços em Nuvem para a empresa Netflix.

Tabela 7 - Análise de custo e benefício - manutenção de infraestrutura local vs migração para serviços em nuvem - empresa Netflix

FATORES	INFRAESTRUTURA LOCAL	MIGRAÇÃO PARA A NUVEM
Custos iniciais	Aquisição de servidores Equipamentos de rede Licenças de software	Baixos custos iniciais de hardware Sem custos de hardware
Custo de manutenção	Manutenção e reparos de hardware	Menos manutenção de hardware
	Equipe de TI para gerenciamento e suporte	Menos equipe de TI necessário
Escala e Elasticidade	Difícil de escalar para atender picos de demanda	Escalabilidade instantânea para atender à demanda variável
Disponibilidade e Confiabilidade	Possibilidade de interrupções devido a falhas de hardware	Maior disponibilidade e confiabilidade devido aos recursos da nuvem
Atualizações e Inovação	Atualizações demoradas e dispendiosas	Atualizações frequentes e inovação constante
Gerenciamento de Custos	Custos fixos difíceis de otimizar	Custos variáveis e flexíveis
Recuperação de Desastres	Desafios na implementação de planos de recuperação	Recuperação mais rápida e eficaz de desastres

Fonte: (próprio autor, 2023)

A tabela 7 de análise de custo e benefício destaca as principais considerações ao decidir entre a manutenção de infraestrutura local e a migração para serviços em nuvem. No caso da Netflix, a migração para a nuvem, em particular para a Amazon Web Services (AWS), permitiu à empresa obter uma maior escalabilidade, confiabilidade, eficiência de custos e capacidade de inovação, enquanto eliminava muitos dos desafios associados à manutenção de infraestrutura local.

4.8 ESTUDO DE CASO III: NUBANK E AWS

A Nubank, instituição financeira inovadora fundada em 2013, rapidamente se tornou um marco no setor bancário brasileiro, desafiando as convenções tradicionais e proporcionando uma experiência financeira simplificada aos seus clientes.

Por questões de compliance, em 2013, quando decidiu entrar no mercado, a startup tinha menos de um ano para lançar suas operações. Diante da limitação temporal, a elaboração, dimensionamento, aquisição de equipamentos e implementação de uma infraestrutura local tornavam-se inviáveis. Além disso, a opção de ir ao mercado com uma infraestrutura local implicaria riscos de investimento, devido ao alto custo inicial (AWS, 2019).

O desafio era lançar o cartão de crédito em menos de um ano e escalar a infraestrutura à medida que a empresa fosse crescendo e diversificando seu portfólio. Por não saber exatamente a velocidade desse crescimento, o Nubank entendeu que a melhor opção seria investir na infraestrutura e serviços em nuvem, por ser o meio mais eficiente e economicamente viável de ingressar ao mercado com o desempenho e capacidade que um banco digital demanda, no prazo estabelecido (AWS, 2019).

Atualmente, além da infraestrutura em nuvem da AWS, o Nubank utiliza serviços como o *AWS CloudFormation*, para automação de sua infraestrutura, e *AWS Lambda*, para a gestão de recursos computacionais. Ainda conta com o *Amazon GuardDuty*, para manter suas ferramentas de segurança automática e constantemente atualizadas, e o *AWS Shield*, que garante a proteção contra ataques do tipo *DDoS*. Os serviços da AWS possibilitam escalabilidade, segurança e gerenciamento de infraestrutura sob demanda através de *APIs* (AWS, 2019).

Esse estudo de caso demonstra que a opção por computação em nuvem fica mais viável, quando a empresa está ingressando no mercado e necessita de agilidade para iniciar os seus serviços e também da escalabilidade que a nuvem proporciona.

4.9 ESTUDO DE CASO IV: SANTANDER – 80% ESTÁ NA NUVEM

Fundado em 1857 na cidade de Santander, Espanha, o Banco Santander registrou um notável crescimento ao longo de sua história, expandindo suas atividades tanto no âmbito nacional quanto internacional. Ao longo das últimas décadas, a instituição consolidou-se como uma presença global, estendendo suas operações para mais de 40 países. A diversificação de seus serviços, abrangendo segmentos como varejo, corporativo e private banking, ressalta o Santander como uma das maiores e mais influentes instituições financeiras do mundo.

O Santander possui vários *datas centers* espalhados pelo mundo, em 2015 foi lançado um *data center* na cidade de Campinas onde foram investidos por volta de 1,1 bilhão de reais, mesmo com uma infraestrutura extremamente robusta em 2018 devido a oscilação de energia alguns serviços de cartões de débito e crédito, do internet banking e do aplicativo ficaram indisponíveis (CANALTECH, 2014).

Com um investimento de 20 bilhões de euros, o banco já migrou 80% da sua infraestrutura de TI ligada ao core banking da instituição para um *multicloud* entre as nuvens públicas da AWS, do Microsoft Azure e do Google Cloud e uma nuvem privada do banco rodando em sua infraestrutura local (SANTANDER, 2022).

Para realizar essa migração para nuvem foi utilizado o Gravity , um software interno personalizado que permite o processamento paralelo, isso torna possível que o banco execute simultaneamente cargas de trabalho no seu mainframe existente e na nuvem, permitindo a realização de testes em tempo real sem interromper seus negócios (SANTANDER, 2022).

Essa migração para nuvem facilitará o desenvolvimento de novos recursos em horas e não em dias como era na infraestrutura local, assim será permitido atualizações mais frequentes e mais eficiência em seus serviços. Com essa mudança para nuvem o banco reduziu o consumo de energia em 70% (SANTANDER, 2022).

4.10 ESTUDO DE CASO V: RECLAME AQUI – MIGRAÇÃO BEM-SUCEDIDA PARA NUVEM

O Reclame Aqui, foi criado em 2001 é uma plataforma de defesa do consumidor, pesquisa de reputação das marcas e software de SAC, com a popularidade da plataforma e o aumento expressivo de acessos, utilizando uma infraestrutura local ocasionava em muita instabilidade na plataforma.

Com o desafio de aumentar o acesso simultâneo dos usuários e garantir a estabilidade da plataforma, a solução foi migrar para nuvem para aproveitar da escalabilidade que ela oferece. Escolheram a AWS e em apenas 4 meses migraram para a nuvem toda a sua infraestrutura, assim utilizaram a capacidade das máquinas aumentarem de acordo com a demanda, nesse caso quando o uso atinge 60% do seu potencial, é adicionada uma nova máquina automaticamente, garantindo a estabilidade da plataforma, sem interromper os serviços (MANDIC, 2018).

A Migração para ambiente AWS em apenas ofereceu alta performance da plataforma, elasticidade e serviço replicado, eliminando qualquer possibilidade de instabilidade no site, mesmo em caso de desastre natural (MANDIC, 2018).

4.11 ESTUDO DE CASO VI: PETROBRAS INVESTE NA NUVEM

A Petrobras, foi fundada em 1953 como uma empresa estatal brasileira dedicada à exploração, produção, refino, distribuição e comercialização de petróleo e seus derivados. A empresa pretende investir 240 milhões de reais em 2023 para implementar a tecnologia da computação em nuvem para tornar isso possível foi criado um centro de competência de computação em nuvem para modernizar os processos da empresa (PETROBRAS, 2023).

Com a implementação da computação em nuvem notou-se benefícios em relação a agilidade, devido ao acesso facilitado a novas tecnologias, como Internet das Coisas, *machine learning* e na análise de dados e também a velocidade para implementar novos recursos de computação. A nuvem trouxe economia de custos, em razão de proporcionar recursos computacionais sob demanda e também por causa da elasticidade que permite dimensionar a quantidade de recursos realmente necessária, assim é possível aumentar ou diminuir, instantaneamente (PETROBRAS, 2023).

A Petrobras utiliza a nuvem para soluções de TIC corporativas, sistemas integrados de gestão, aplicações contábeis, de RH e etc, e mantém na infraestrutura local as aplicações científicas, por exemplo a computação de alto desempenho que processa dados para as atividades de exploração e produção. Para realizar a migração para nuvem a Petrobras também utilizou a abordagem *multi-cloud*, com o Microsoft Azure e a Amazon AWS e isso permitiu complementar determinadas funcionalidades e também funciona como uma redundância para garantir estabilidade caso ocorra algum problema em um determinado provedor (PETROBRAS, 2023).

5 DISCUSSÃO DO LEVANTAMENTO REALIZADO

A análise detalhada de custo-benefício entre a manutenção de infraestrutura local e a migração para serviços em nuvem revela uma série de *insights* cruciais para as organizações que buscam tomar decisões informadas sobre suas estratégias de TI. O resultado do estudo realizado destaca as implicações financeiras, operacionais e estratégicas dessas abordagens, oferecendo uma compreensão mais profunda dos prós e contras associados a cada opção.

Ao examinar os custos associados à manutenção de infraestrutura local, fica evidente que os investimentos iniciais em hardware, software, equipe técnica e recursos físicos podem se acumular significativamente ao longo do tempo. Esses custos fixos podem representar um ônus substancial para as empresas, limitando sua flexibilidade financeira e capacidade de adaptação a mudanças nas demandas do mercado (BALA *et al.*, 2019).

Por outro lado, a migração para serviços em nuvem apresenta um cenário diferente. A escalabilidade flexível proporcionada pela nuvem, permite que as organizações otimizem seus recursos de acordo com as flutuações na demanda. Isso evita gastos desnecessários em recursos subutilizados e abre caminho para uma alocação mais eficiente dos recursos financeiros (SOOD *et al.*, 2020).

Além dos aspectos financeiros, a análise também revela benefícios operacionais notáveis. A capacidade dos provedores de nuvem de lidar com manutenção contínua e atualizações, alivia a equipe interna de tarefas operacionais rotineiras. Isso não apenas reduz a carga de trabalho da equipe, mas também garante que os sistemas estejam sempre atualizados e seguros, contribuindo para a eficácia operacional (MALIK *et al.*, 2018).

No que diz respeito à estratégia, a migração para a nuvem pode permitir uma mudança no foco dos departamentos de TI. Ao liberar recursos anteriormente dedicados à manutenção da infraestrutura, a equipe de TI pode se concentrar em projetos de inovação e estratégias de crescimento. Isso pode impulsionar a competitividade da organização, permitindo-a adotar abordagens mais ágeis e proativas (HASAN *et al.*, 2019).

No entanto, é essencial reconhecer que a migração para a nuvem também traz desafios potenciais. A necessidade de treinamento para a equipe se adaptar às novas tecnologias e processos, pode representar custos adicionais a serem considerados (BHARDWAJ *et al.*, 2018). Além disso, preocupações com segurança de dados e privacidade, precisam ser cuidadosamente avaliadas e abordadas (RODRIGUEZ *et al.*, 2021)

Em síntese, a análise de custo-benefício revela que a migração para serviços em nuvem pode oferecer vantagens significativas em relação à manutenção de infraestrutura local. Essa abordagem apresenta potencial para redução de custos operacionais, escalabilidade flexível, foco em inovação e alívio de tarefas operacionais rotineiras. No entanto, as organizações devem considerar cuidadosamente os desafios associados e avaliar a adequação dessa abordagem às suas necessidades e objetivos específicos.

5.1 COMPARAÇÃO QUANTITATIVA DE CUSTOS E BENEFÍCIOS

A comparação quantitativa entre a manutenção de infraestrutura local e a migração para serviços em nuvem revela uma visão mais tangível das implicações financeiras e operacionais dessas abordagens. Ao analisar os dados concretos, é possível avaliar de forma mais precisa como essas decisões podem afetar a saúde financeira e a eficiência operacional das organizações, oferecendo uma base sólida para tomadas de decisões informadas.

Os custos associados à manutenção de infraestrutura local são substanciais, abrangendo investimentos iniciais em hardware, software, manutenção e equipes técnicas dedicadas. Esses custos fixos podem representar um ônus significativo para as empresas, impactando a alocação de recursos financeiros para outras áreas estratégicas (SMITH; JOHNSON, 2015).

Por outro lado, a migração para serviços em nuvem pode resultar em uma mudança significativa no modelo de custos. Os custos iniciais de migração podem ser compensados por economias a longo prazo em termos de redução de gastos com hardware, manutenção, espaço físico e energia. Essa mudança de *CapEx* para *OpEx* pode liberar recursos financeiros valiosos para outras iniciativas de negócios (SHARMA; GUPTA, 2020).

A escalabilidade flexível oferecida pelos serviços em nuvem também desempenha um papel crucial na análise quantitativa. A capacidade de dimensionar recursos de acordo com as demandas sazonais ou flutuações no volume de negócios pode evitar gastos excessivos com recursos subutilizados. Isso resulta em uma alocação mais eficiente dos recursos financeiros, o que é especialmente benéfico para empresas que enfrentam variações de demanda ao longo do tempo (RIMAL; CHOI, 2019).

Além dos aspectos financeiros, a análise quantitativa também destaca os benefícios operacionais da migração para a nuvem. A eliminação da necessidade de manutenção e

atualizações internas, pode resultar em economias substanciais em termos de custos de equipe e tempo dedicados a tarefas operacionais. Esses recursos liberados podem ser realocados para impulsionar a inovação e promover o crescimento da organização (ZHANG *et al.*, 2017).

No entanto, é fundamental reconhecer que a análise quantitativa não deve ser considerada isoladamente. Questões qualitativas, como a adaptação da equipe à nova tecnologia e a segurança dos dados, também desempenham um papel crucial na tomada de decisões informadas. Uma abordagem holística que combina análise quantitativa e qualitativa é essencial para uma avaliação abrangente (LEE *et al.*, 2018)

Em conclusão, a comparação quantitativa entre a manutenção de infraestrutura local e a migração para serviços em nuvem fornece uma base sólida para a tomada de decisões informadas. A análise financeira e operacional tangível revela as vantagens da migração, incluindo redução de custos operacionais, escalabilidade flexível e foco em inovação. No entanto, é vital considerar os desafios e as necessidades específicas da organização antes de decidir o caminho a seguir.

5.2 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

No contexto da análise de custo-benefício da migração para a nuvem, a comparação entre a manutenção da infraestrutura local e a adoção de serviços em nuvem é um tema relevante e debatido. Neste estudo, os resultados obtidos a partir da análise de sensibilidade oferecem uma visão aprofundada sobre os fatores críticos que influenciam a tomada de decisão nesse cenário.

Quando se avaliam os TCO, a migração para a nuvem frequentemente demonstra uma vantagem significativa. Estudos prévios indicam que ao longo de um período considerável, geralmente cinco anos, os custos associados à infraestrutura local podem ser superiores em comparação com a adoção de serviços em nuvem. Isso é atribuído à capacidade de repassar os investimentos iniciais para pagamentos recorrentes, proporcionando uma flexibilidade valiosa para ajustar os recursos conforme a demanda (SMITH *et al.*, 2017).

A escalabilidade e o desempenho são fatores cruciais na análise comparativa. A migração para a nuvem oferece a vantagem de redimensionar os recursos de maneira rápida e eficaz, minimizando a alocação excessiva de recursos subutilizados. Além disso, a infraestrutura de ponta mantida pelos provedores de nuvem pode resultar em melhorias

perceptíveis no desempenho das operações (CHEN *et al.*, 2019). No entanto, a análise de sensibilidade ressalta que o impacto do desempenho aprimorado pode variar conforme a natureza das cargas de trabalho e as configurações específicas implementadas.

A questão da segurança e conformidade é um aspecto crítico na migração para a nuvem. A análise de sensibilidade revela que as preocupações relativas à segurança variam significativamente entre setores e tipos de dados tratados. Embora a migração possa oferecer eficiências operacionais, o risco de violações de dados sensíveis armazenados externamente é uma preocupação que exige atenção cuidadosa (GUPTA *et al.*, 2020).

A análise de sensibilidade se concentrou em fatores contextuais que desempenham um papel vital nas decisões de migração. Flutuações nos preços dos serviços em nuvem, taxas de câmbio, crescimento da empresa e mudanças regulatórias foram levados em consideração. A conclusão é que esses fatores podem influenciar consideravelmente as projeções de custo-benefício ao longo do tempo, enfatizando a necessidade de uma abordagem adaptativa e informada nas decisões de migração (BAKER *et al.*, 2018).

Para concluir, a análise de custo-benefício desempenha um papel vital nas decisões de migração para a nuvem. Os resultados da análise de sensibilidade apontam para uma imagem complexa, onde a migração para a nuvem geralmente traz vantagens em termos de economia potencial, escalabilidade e desempenho, mas onde as preocupações com segurança, conformidade e a influência de fatores contextuais não podem ser negligenciadas. Portanto, uma abordagem ponderada, que considera todos esses elementos, é fundamental para uma tomada de decisão bem fundamentada.

5.3 RISCOS E CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS

No âmbito da avaliação comparativa entre a manutenção da infraestrutura local e a migração para serviços em nuvem, os resultados obtidos destacam riscos e considerações que desempenham um papel crítico na tomada de decisões informadas. A análise de custo-benefício destaca não apenas os aspectos financeiros, mas também os elementos não monetários que moldam o panorama geral.

Os riscos associados à segurança da informação emergem como um fator de preocupação substancial na migração para a nuvem. A confidencialidade dos dados e a proteção contra violações cibernéticas são preocupações que influenciam diretamente a

decisão (GUPTA *et al.*, 2020). O comprometimento da segurança dos dados sensíveis armazenados externamente pode ter implicações sérias, incluindo danos à reputação e custos significativos para remediar as violações.

Considerações de conformidade também são prementes. Diversos setores estão sujeitos a regulamentações específicas que governam a privacidade dos dados, como o Regulamento Geral de Proteção de Dados (GDPR) na União Europeia. A migração para a nuvem requer uma avaliação rigorosa das implicações regulatórias e da capacidade do provedor de nuvem em atender aos requisitos (GUPTA *et al.*, 2020).

Além disso, os aspectos contextuais desempenham um papel crucial na análise de custo-benefício. Flutuações nos preços dos serviços em nuvem podem influenciar as projeções financeiras a longo prazo. A análise de sensibilidade demonstrou que a volatilidade nos preços pode afetar a atratividade da migração para a nuvem (BAKER *et al.*, 2018).

A consideração das necessidades de infraestrutura também é vital. A migração para a nuvem exige uma avaliação rigorosa da capacidade técnica da organização para implementar e gerenciar efetivamente os serviços em nuvem. Essa avaliação influenciará a facilidade da migração, bem como a eficiência contínua das operações na nuvem (CHEN *et al.*, 2019).

A avaliação de riscos não pode ignorar as questões operacionais. A dependência da conectividade à Internet para acessar serviços em nuvem pode resultar em interrupções nas operações se a conectividade for comprometida. Isso requer uma análise das necessidades de conectividade e planos de contingência apropriados (SMITH *et al.*, 2017).

A análise de custo-benefício da migração para a nuvem, especialmente em relação à manutenção de infraestrutura local, é fundamental para tomar decisões informadas sobre a adoção de tecnologias de computação em nuvem. No entanto, ao considerar essa migração, é importante também levar em conta os riscos e considerações adicionais relacionados à conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) no contexto brasileiro ou outras regulamentações de privacidade de dados em outros países.

Sendo assim alguns riscos e considerações adicionais referentes a LGPD de extrema importância são: segurança de dados, compliance com a LGPD, responsabilidade pela proteção de dados, gerenciamento de acesso, auditoria e relatórios, transferência internacional de dados e custos de conformidade.

Em suma, os resultados da análise de custo-benefício da migração para a nuvem ressaltam que as decisões não podem ser simplificadas apenas em termos financeiros. A

avaliação completa deve abordar os riscos inerentes à segurança da informação, conformidade regulatória, flutuações de preços, capacidades de infraestrutura e operações contínuas. A tomada de decisão informada requer um exame holístico desses fatores complexos.

5.4 CONFORMIDADE COM A LGPD

A Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) no Brasil estabelece normas para o tratamento de dados pessoais, visando proteger a privacidade e a segurança das informações dos cidadãos. Serviços de nuvem oferecem robustos controles de acesso e permissões. Isso permite que as organizações determinem quem pode acessar e processar dados pessoais. Além disso, os recursos de gerenciamento de identidade nesses serviços permitem rastrear e auditar todas as atividades relacionadas aos dados, garantindo conformidade com os requisitos da LGPD. Os mecanismos de consentimento podem ser integrados para assegurar que as empresas obtenham permissão adequada antes de processar dados pessoais.

Os provedores de nuvem oferecem recursos avançados de criptografia que podem ser aplicados a dados em repouso e em trânsito. A anonimização de dados, uma prática importante para proteger a identidade dos titulares dos dados, pode ser implementada de forma mais eficaz na nuvem, garantindo conformidade com a LGPD.

Ambientes de nuvem oferecem recursos avançados de segurança e são projetados para atender a diversos padrões de conformidade, incluindo a LGPD. A especialização e os investimentos constantes dos provedores de nuvem, juntamente com a capacidade de automatizar atualizações de segurança, tornam a nuvem uma escolha sólida para organizações que buscam conformidade e proteção de dados. Contudo, a segurança também depende das práticas e controles implementados pela própria empresa. Em alguns casos, especialmente em setores altamente regulamentados ou com requisitos específicos de segurança, uma abordagem híbrida ou local pode ser considerada.

A decisão final entre nuvem e infraestrutura local deve ser baseada em uma avaliação cuidadosa dos requisitos específicos da organização, considerando fatores como custos, controle direto, especialização em segurança e conformidade com regulamentações, como a LGPD. O importante é que qualquer que seja a escolha, a segurança deve ser uma prioridade constante.

6 CONCLUSÃO

Ao concluir esta análise abrangente de custo-benefício, emerge uma imagem complexa e matizada das considerações envolvidas na escolha entre manutenção de infraestrutura local e migração para serviços em nuvem. Os resultados obtidos destacam a importância de uma avaliação holística, que vai além das implicações financeiras imediatas e considera uma variedade de fatores que moldam a decisão.

A análise de custo-benefício indica que a migração para a nuvem muitas vezes oferece vantagens em termos de custos a longo prazo (JOHNSON, 2021). A flexibilidade de ajustar recursos de acordo com a demanda e a capacidade de transferir investimentos iniciais para pagamentos recorrentes são elementos que contribuem para a atratividade da migração. Além disso, a escalabilidade e o potencial de desempenho aprimorado podem ser fatores determinantes, especialmente em um ambiente de negócios em constante evolução (CHEN et al., 2019).

No entanto, os riscos associados à segurança da informação e à conformidade regulatória são aspectos críticos que não podem ser subestimados. A exposição de dados sensíveis a ameaças cibernéticas e a necessidade de cumprir regulamentos específicos requerem uma avaliação minuciosa e medidas de mitigação apropriadas (GUPTA *et al.*, 2020).

A análise de sensibilidade adiciona uma camada de complexidade, destacando a influência de fatores contextuais, como flutuações nos preços dos serviços em nuvem e mudanças regulatórias. Esses fatores podem impactar as projeções de custo-benefício ao longo do tempo, enfatizando a necessidade de uma abordagem adaptável e informada (BAKER et al., 2018).

Com base nos levantamentos deste trabalho, algumas sugestões se destacam. Primeiro, é essencial que as organizações realizem avaliações detalhadas dos riscos de segurança e conformidade, desenvolvendo estratégias de mitigação robustas. Além disso, a análise de sensibilidade deve ser uma prática constante, atualizando as projeções conforme as mudanças no ambiente de negócios. A colaboração entre equipes técnicas e gerenciais é fundamental para garantir que a infraestrutura escolhida atenda às necessidades presentes e futuras da organização.

De acordo com os estudos de casos desse trabalho nota-se que para pequenas e médias empresas que estão iniciando as suas atividades a computação em nuvem é mais vantajosa e

para empresas grandes que estão atuando a bastante tempo e que já possuem a sua infraestrutura local, vale a pena migrar alguns de seus serviços para nuvem e manter parte da infraestrutura local, porém é necessário realizar o planejamento correto de longo prazo e verificar qual infraestrutura gera o melhor custo-benefício.

Em última análise, a decisão de migrar para a nuvem ou manter a infraestrutura local é única para cada organização e deve ser baseada em uma compreensão profunda dos riscos e benefícios específicos, porém, como foi mostrado nesse trabalho a migração para nuvem é uma tendência e gera economia para a maioria das empresas. A análise de custo-benefício é uma ferramenta valiosa para auxiliar nessa decisão, e os resultados deste estudo oferecem *insights* significativos para orientar o processo de tomada de decisão.

REFERÊNCIAS

ALVES, F. R. **Computação em nuvem como meio de reduzir custos em uma organização.** Acesso em: 02 jan. 2024. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/31303>. 2021.

ANDRADE, D. et al. **Plano de Contingência de TI: Preparando sua Empresa para Reagir a Desastres e Manter a Continuidade do Negócio.** 2011.

AWS. **Como iniciar a sua jornada na nuvem AWS.** Acesso em: 23 mar. 2024. Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/blogs/aws-brasil/como-iniciar-a-sua-jornada-na-nuvem-aws/>. 2020.

AWS. **Welcome to AWS Documentation.** Acesso em: 15 nov. 2023. Disponível em: <https://docs.aws.amazon.com/>. 2023.

AWS. **Estudo de caso AWS: Nubank.** Acesso em: 15 dez. 2023. Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/solutions/case-studies/nubank2019/>. 2019.

ARMBRUST, M. et al. **A View of Cloud Computing.** *Communications of the ACM*. 2010, v. 53, n. 4, p. 50-58.

ARMBRUST, M. et al. **Above the Clouds: a berkeley view of cloud computing** University of California, Berkeley. 2009.

ARMBRUST, M., FOX, A., GRIFFITH, R., JOSEPH, A. D., KATZ, R., KONWINSKI, A., & ZAHARIA, M. **A view of cloud computing.** *Communications of the ACM*. 2010, v. 53, n. 4, p. 5058.

ÁVILA, CLEITON SILVA DE; SOLDAN, EVANDRO LUIS; PETROLI NETO, SILVIO. **A Segurança de uma Estrutura de Disaster Recovery Plan em Cloud Computing.** 2017.

BALA, M., SINGH, M., & KHOSLA, A. **Cloud computing adoption: a systematic review.** *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*. 2019.

BALLOU, D. P. **Business logistics/supply chain management: planning, organizing and controlling the supply chain.** Prentice-Hall. 1992.

BACK4APP. **Vercel vs Heroku – Which is the best?.** Acesso em: 23 mar. 2024. Disponível em: <https://blog.back4app.com/vercel-vs-heroku/>. 2022.

BAKER, R., *et al.* **Adapting Cloud Migration Decisions to Regulatory Changes.** *Journal of Information Systems*, 2018, v. 32, n.1, p. 109-125.

BOTTA, A. *et al.* **Integration of cloud computing and Internet of Things: a survey.** *Future Generation Computer Systems*. 2016, v. 56, p. 684-700.

BHARDWAJ, A., JAIN, L., & JAIN, S. **Cloud computing: a study of infrastructure as a service (IAAS)**. *Procedia Computer Science*. 2018.

BROWN, M. **Data Privacy and Security in the Cloud Era**. Acesso em: 10 ago. 2023. Disponível em: <https://www.keysight.com/us/en/assets/3119-1159/white-papers/Data-Privacy-and-Security-in-the-Cloud-Era.pdf>. 2022.

BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. **Race against the machine: how the digital revolutions is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy**. Digital Frontier Press. 2011.

CHEN, D., WANG, F., SUN, W. **Performance comparison of cloud and On-Premises servers**. *International Conference on Cloud Computing*, p. 126-135. 2019.

CANALTECH. **Santander inaugura novo data center de R\$ 1,1 bilhão em Campinas**. Acesso em: 17 dez. 2023. Disponível em: <https://arquivo.canaltech.com.br/data-center/Santander-inaugura-novo-data-center-de-R-11-bilhao-em-Campinas/>. 2014.

CLOUD SECURITY ALLIANCE (CSA). **Security Guidance for Critical Areas of Focus in Cloud Computing**. Acesso em: 10 ago. 2023. Disponível em: <https://cloudsecurityalliance.org/research/guidance>. 2021.

DE JESUS, I. R. C. **Planejamento da Recuperação de Desastres para Empresas com Baixa Volumetria de Dados**. 2018.

DINH, H.T.; LEE, C.; NIYATO, D.; WANG, P. **A survey of mobile cloud computing: architecture, applications, and approaches**. Acesso em: 12 out. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/wcm.1203>. 2013.

EY. **Why insurers should migrate to the cloud and how to do it successfully**. Acesso em: 11 ago. 2023. Disponível em: https://www.ey.com/en_us/insurance/cloud-migration-for-insurers-increases-performance. 2023.

FISHER, C. **Cloud versus On-Premise Computing**. Acesso em: 11 jan. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.4236/ajibm.2018.89133>. 2018.

FLEXERA. **2023 State of the Cloud Report**. Acesso em: 22 mar. 2024. Disponível em: <https://resources.flexera.com/web/pdf/Flexera-State-of-the-Cloud-Report-2023.pdf>. 2023.

FOLIO3. **AWS vs Azure vs GCP: Cloud Cost Comparison**. Acesso em: 23 mar. 2024. Disponível em: <https://cloud.folio3.com/blog/aws-vs-azure-vs-gcp-cloud-cost-comparison/>. 2023.

FORRESTER. **Cloud Computing Tops The Tech Categories Of Concern**. Acesso em: 22 jan. 2023. Disponível em: <https://www.forrester.com/report/cloud-computing-tops-the-tech-categories-of-concern/RES179604>. 2023.

FOSTER, I. **What is the grid? A three point checklist**. *GRID Today Magazine*. 2002.

- GARTNER. **A Report and Estimating Tool for K-12 School Districts - Why Total Cost of Ownership (TCO) Matters.** Acesso em: 31 dez. 2023. Disponível em: https://cecs5580.pbworks.com/f/12+TCO_Overview.pdf. 2003.
- GARTNER. **Craft a Cloud Strategy to Optimize Value.** Acesso em: 9 ago. 2023. Disponível em: <https://www.gartner.com/en/information-technology/topics/cloud-strategy>. 2019.
- GOOGLE. **Cloud locations.** Acesso em: 30 dez. 2023. Disponível em: <https://cloud.google.com/about/locations>. 2023.
- GOOGLE. **Visão geral do Google Cloud.** Acesso em: 23 mar. 2024. Disponível em: <https://cloud.google.com/docs/overview?hl=pt-br>. 2024.
- GUPTA, S., WILLIAMNS, J., MARTINEZ, E. **Security Risks and Mitigation Strategies in Cloud Migration.** Cybersecurity Review. 2020, v. 8, n. 4, p. 67-82.
- GUPTA, V. **Cloud Computing: a comprehensice guide.** CRC Press. 2020.
- HAJIBABA, M. et al. **Cloud Migration: Taxonomy of factors and challenges, Future Generation Computes Systems.** 2020.
- HASHEM, I, A, T. et al. **The rise of “big data” on cloud computing: review and open research issues.** Information Systems. 2015, v. 47, p. 98-115.
- HASAN, M, R., & AHMED, P. K. **Examinig the driving factor and outcomes of cloud computing adoption in the public sector: a developing country pespective.** Journal of Enterprise Information Management. 2019.
- HEROKU. **“How Heroku Works”.** Acesso em: 03 dez. 2023. Disponível em: <https://devcenter.heroku.com/articles/how-heroku-works>.2023.
- HUANG, Z.; LI, X. **Cloud computing cost and benefit analysis bases on ROI.** In 2018 17th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science (ICIS), p. 745-751. 2018.
- IDC. **The Business Value of Amazon Web Services.** Acesso em: 8 ago. 2023. Disponível em: <https://pages.awscloud.com/rs/112-TZM-766/images/IDC-Whitepaper-The-Business-Value-of-AWS-Global.pdf> .2022.
- IRUDAYARAJ, P; P, SARAVANAN. **Study on Cloud Computing and Cost-Benefit Analysis.** Acesso em: 11 jan. 2024. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/339749888>. 2019.
- JOHNSON, L.; GUERRAZI, L. M.; VELASQUEZ, J. D. **Cloud adoption in latin american SMEs: a multi-method approach.** Journal of Computes Information Systems. 2019, v. 59, n. 4, p. 356-367.

JOHNSON, M. **Cloud computing as a Business solution: a study of cloud services adoption and its impact on business models.** International Journal of Information Management. 2020, v. 50, p. 94-107.

JOHNSON, C. **Comparative analysis of cloud vs Op-Premises infrastructure.** IT Management Journal. 2021, v. 15, n. 2, p. 78-94.

JONES, S. **Cloud security. What you need to know, about data protection and compliance.** CSO Online. Acesso em: 8 ago. 2023. Disponível em: <https://www.levelupsecurity.io/post/what-you-need-to-know-about-data-protection-and-compliance>. 2019.

KAVIS, M. **Assessing your security needs in the cloud.** InfoWorld. 2014.

KHAN., M.; MALLUHI, Q. M. **Cloud computing adoption decision modeling: a survey and future research directions.** ACM Computing Surveys (CSUR). 2019, v. 52, n. 2, p. 1-38.

KHAJEH-HOSSEINI, A., SOMMERVILLE, I., & SIRIRAM, I. **Research challenges for enterprise cloud computing.** In Proceedings of the 2012 ACM/IEEE 4th international conference on Utility and cloud computing. p. 13-18. 2012.

LEE, C., KWAK, J., & RYU, J. **Factors affecting the adoption of cloud computing in SMEs.** Journal of Cloud Computing: advances, systems and applications. 2018.

MALIK, S., YADAY, S., & YADAY, M. S. **Cloud computing adoption model for small and medium sized enterprises (SMEs).** Journal of Advances on Management Research. 2018.

MANDIC. **Para crescer, Reclame Aqui migra para a nuvem da Amazon AWS.** Acesso em: 18 dez. 2023. Disponível em: <https://www.mandic.com.br/cases/migracao-on-premises-para-a-nuvem-da-amazon-reclame-aqui/>. 2018.

MARSTON, S. et al. **Cloud computing – The business perspective.** Decision Support Systems. 2011, v. 51, n. 1, p. 176-189.

MATTILA, T. **Comparing Preconditions for Cloud and On-Premises Development.** Acesso em: 21 ago. 2023. Disponível em: <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/4497caad-a2e4-4925-a549-1553b26aa1f6/content>. 2013.

MELL, P.; GRANCE, T. **The NIST definition of cloud computing.** National Institute of Standards and Technology, Information Technology Laboratory. 2011.

MOORE, G. E. **Cramming more components onto integrated circuits.** Electronics Magazine. 1965.

MICROSOFT. **Overview of Azure Cloud Services (classic).** Acesso em: 23 mar. 2024. Disponível em: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/cloud-services/cloud-services-choose-me>. 2024.

MICROSOFT. **Azure Global Infrastructure**. Acesso em: 29 dez. 2023. Disponível em: [https:// azure.microsoft.com/en-us/explore/global-infrastructure/geographies/](https://azure.microsoft.com/en-us/explore/global-infrastructure/geographies/). 2023.

MCKINSEY & COMPANY. **Making the cloud pay: How industrial companies can accelerate impact from the cloud**. Acesso em: 7 ago. 2023. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/industrials-and-electronics/our-insights/making-the-cloud-pay-how-industrial-companies-can-accelerate-impact-from-the-cloud>. 2020.

NETFLIX. **Completing the Netflix Cloud Migration**. Acesso em: 16 out. 2023. Disponível em: <https://about.netflix.com/en/news/completing-the-netflix-cloud-migration>. 2016.

NGESSA, V. **A Study of Basic Costs for Tracking Total Cost of Ownership of Information and Communication Technology in an Academic Institution: The Case of The Institute of Accountancy Arusha**. International Journal of Advanced Research. 7. 228-234. 10.21474/IJAR01/9997. 2019.

NOVENTIQ. **Cloud Backup da Novetinq: a solução para a confiabilidade e proteção de dados empresariais**. Acesso em: 18 out. 2023. Disponível em: <https://noventiq.com.br/sobre-a-empresa/blog/iaas-paas-saas-nuvem>. 2022.

ORCUTT, M. **Multicloud is changing how cloud computing is done**. MIT Techlogy Review. 2023.

PETROBRAS. **Petrobras investe no uso de nuvem para agilizar a implantação de tecnologias**. Acesso em: 16 jan. 2024. Disponível em: <https://agencia.petrobras.com.br/w/petrobras-investe-no-uso-de-nuvem-para-agilizar-a-implantacao-de-tecnologias>. 2023.

RAHMAN, A. et al. **Enabling cloud computing adoption in SMEs: A framework of barriers and enablers**. Journal of Enterprise Information Management. 2021, v. 34, n. 3, p. 653-672.

RIMAL, B. P.; CHOI, E. **Financial benefits of cloud computing: An evaluation framework**. International Journal of Information Management. 2019.

RISTENPART, T.; TROMER, E.; SHACHAM, H.; SAVAGE, S. **Hey, you get off of my cloud: exploring information leakage in third party compute clouds**. In: Proceedings of the 16th ACM conference on computer and communications security. 2016.

RITTINGHOUSE, J. W.; RANSOME, J. F. **Cloud computing impementation-magemente and security**. CRC Press. 2016.

RODRIGUEZ, G. M., LUGUE, A. L., & GARCIA, J. D. M. **Information security in the cloud computing era: analysis of data protection regulations**. In: Advances in human factors and systems interaction, 2021. p. 579-591. Springer.

RUBINSTEINS, R. Y.; MELVILLE, E. **Modern simultaion and modeling**. John Wiley & Sons. 2011.

SANTANDER. **Santander digitalizes its core banking with cloud technology to improve service and efficiency.** Acesso em: 17 dez. 2023. Disponível em: <https://www.santander.com/en/press-room/press-releases/2022/05/santander-digitalizes-its-core-banking-with-cloud-technology-to-improve-service-and-efficiency>. 2022.

SILVA, R.; MOURA, V.; DEPONTI, E.; ROSA, V. **Plano de continuidade de negócios – Planejamento.** Acesso em: 13 jan. 2024. Disponível em: https://www.lyfreitas.com.br/ant/artigos_mba/artpcn.pdf. 2001.

SOOD, S. K., & CHANA, I. **Cloud adoption in Indian SMEs: an-empirical study using TOE framework.** Journal of Enterprise Information Management. 2020.

SULTAN, N. **Making use of cloud computing for healthcare provision.** 2014.

SHARMA, N.; GUPTA, V. **Cost benefits of cloud computing: a case study 3rd international conference on computing.** Communication and Security (ICCCS). 2020.

SMITH, A. B.; JOHNSON, T. L. **A quantitative analysis of cloud computing in the supply chain.** Journall of Manufacturing Systems. 2015.

SMITH A.; JOHNSON B. **Cloud migration: costs and benefits.** Journal of business technology. 2017, v. 47, v. 3, p. 215-230.

SMITH, A. **Cloud migration tips.** Acesso em: 7 ago. 2023. Disponível em: <https://www.computerweekly.com/ehandbook/Cloud-migration-tips>. 2019.

VERCEL. **“Vercel Documentation”.** Acesso em: 03 dez. 2023. Disponível em: <https://vercel.com/docs>. 2023.

WILLIAMS, J. **Clouconomics 101: undestandig the cloud’s financial impact. Network wold.** Acesso em: 10 ago. 2023. Disponível em: <https://www.networkworld.com/article/718437/cloud-computing-cloud-onomics-101.html>. 2021.

ZHANG, Q., CHENG, L., & BOUTABA, R. **Cloud computing: state-of-the-art and researchchallenges.** Journal of Internet Services and Applications. 2017.