

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SÃO PAULO

ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

ENRICO CANDIDO

**AS DIFERENÇAS E SEMELHANÇAS ENTRE OS MUNDOS CLOUD X
MAINFRAME**

SÃO PAULO

2024

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SÃO PAULO

ENRICO CANDIDO

**AS DIFERENÇAS E SEMELHANÇAS ENTRE OS MUNDOS CLOUD X
MAINFRAME**

Trabalho submetido como exigência parcial
para a obtenção do Grau de Tecnólogo em
Análise e Desenvolvimento de Sistemas

Orientador: Paulo Roberto Bernice

SÃO PAULO

2024

RESUMO NA LÍNGUA VERNÁCULA

O presente estudo investiga as diferenças e semelhanças entre os ambientes de computação em nuvem (cloud) e os sistemas mainframe. Ambos são fundamentais na infraestrutura de tecnologia da informação, porém apresentam características distintas que influenciam sua aplicação e desempenho. Enquanto os mainframes são conhecidos por sua robustez e capacidade de processamento centralizado, os ambientes de nuvem oferecem escalabilidade dinâmica e acesso sob demanda a recursos computacionais. Este trabalho explora as peculiaridades de cada ambiente, destacando suas vantagens e desafios em termos de segurança, custo, flexibilidade e manutenção. A análise comparativa visa oferecer uma visão clara das potencialidades e limitações de ambos os mundos tecnológicos, contribuindo para a compreensão dos cenários atuais de infraestrutura de TI.

Palavras-chave: computação em nuvem, mainframe, infraestrutura de TI, escalabilidade, segurança.

RESUMO EM LÍNGUA ESTRANGEIRA (ABSTRACT)

The present study investigates the differences and similarities between cloud computing environments and mainframe systems. Both are fundamental in the information technology infrastructure, but they exhibit distinct characteristics that influence their application and performance. While mainframes are known for their robustness and centralized processing capability, cloud environments offer dynamic scalability and on-demand access to computational resources. This work explores the peculiarities of each environment, highlighting their advantages and challenges in terms of security, cost, flexibility, and maintenance. The comparative analysis aims to provide a clear view of the potential and limitations of both technological realms, contributing to the understanding of current IT infrastructure scenarios.

Keywords: cloud computing, mainframe, IT infrastructure, scalability, security.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	07
1.1	Situação problema.....	07
1.2	Hipóteses.....	08
1.3	Objetivos.....	08
1.3.1	<i>Objetivos Gerais</i>	08
1.3.2	<i>Objetivos Específicos</i>	08
1.4	Justificativa.....	09
1.5	Metodologia de Pesquisa.....	10
2	DESENVOLVIMENTO	11
2.1	História e Evolução dos Mainframes e da Computação em Nuvem.....	11
2.1.1	<i>Mainframe</i>	11
2.1.2	<i>Computação em Nuvem</i>	11
2.2	Características Principais: Mainframe vs. Cloud.....	13
2.3	Segurança de Dados: Mainframe em comparação com Cloud.....	14
2.4	Custos Operacionais e Eficiência: Mainframe vs. Cloud.....	15
2.4.1	<i>Principais pontos no que se tange a custos</i>	15
2.4.2	<i>Provedores</i>	17
2.4.3	<i>Gama de Serviços da Cloud</i>	19
2.5	Por que Estamos Tendo Tantas Empresas Migrando? A Modernização!....	20
2.6	Tipos de Serviços em Nuvem.....	21
2.6.1	<i>IaaS, PaaS, SaaS, FaaS</i>	21
2.6.2	<i>Cloud Pública vs Cloud Privada</i>	22
2.7	Estratégias de Migração para a Nuvem (Os 7 R's)	23

2.8	Impacto da Computação em Nuvem na Transformação Digital.....	25
2.9	Desafios Técnicos e Gerenciais na Transição de Mainframe para Cloud....	26
2.10	Estudos de Caso de Sucesso e Fracasso na Adoção da Cloud.....	28
3	CONCLUSÃO	31
4	REFERÊNCIAS	33

1 Introdução

1.1 Situação Problema

No mundo da tecnologia da informação, a decisão entre manter sistemas mainframe ou migrar para a computação em nuvem é complexa e cheia de nuances. Mainframes são conhecidos por sua estabilidade e segurança, sendo muitas vezes o coração de operações críticas de grandes empresas, especialmente em setores como o financeiro e o governamental. No entanto, eles vêm com altos custos de manutenção e operação, além de uma certa rigidez que pode limitar a agilidade e inovação das empresas.

Por outro lado, a computação em nuvem oferece flexibilidade, escalabilidade e potencial para inovação impulsionada por AI e ML. No entanto, a migração para a nuvem não é isenta de desafios. Há riscos significativos associados à interrupção dos serviços durante a transição, além de preocupações com a segurança dos dados que antes estavam protegidos dentro do ambiente controlado do mainframe.

Algumas empresas estão optando por uma abordagem híbrida, aproveitando os pontos fortes de ambos os mundos. Isso permite que elas mantenham suas operações críticas no mainframe enquanto exploram as oportunidades analíticas e inovadoras da nuvem. A modernização do mainframe requer mitigação de riscos e continuidade do conhecimento, especialmente considerando que há uma escassez de pessoal qualificado em habilidades de mainframe.

A decisão entre mainframe e nuvem não é preto no branco; é mais uma questão de encontrar o equilíbrio certo para as necessidades específicas da empresa. A chave para uma transição bem-sucedida é um planejamento cuidadoso, com uma avaliação rigorosa dos riscos e benefícios, e talvez mais importante, um entendimento profundo das necessidades únicas da organização.

1.2 Hipóteses

Hipótese 1: no final deste estudo, será demonstrado que a manutenção de sistemas mainframe em empresas de TI resulta em custos operacionais elevados e limita a capacidade de inovação, afetando negativamente a competitividade no mercado.

Hipótese 2: no final deste estudo, poderá ser evidenciado que uma migração brusca para a computação em nuvem pode levar a interrupções significativas nos serviços e comprometer a segurança dos dados, mas que os benefícios a longo prazo superam os riscos iniciais.

Hipótese 3: no final deste estudo, poderá ser revelado que uma abordagem híbrida, combinando mainframe e cloud computing, oferece o equilíbrio ideal entre estabilidade, segurança e inovação, permitindo às empresas uma transição suave para tecnologias emergentes.

Observe: essas hipóteses podem ser exploradas através de estudos de caso, análises financeiras e avaliações de risco para determinar as melhores práticas na modernização de infraestruturas de TI, tendo sempre em vista a estrutura atual da empresa em questão.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é analisar a transição de sistemas mainframe para soluções em cloud computing, avaliando os impactos operacionais, financeiros e estratégicos para as empresas de TI.

1.3.2 Objetivos Específicos

Avaliar os custos e benefícios associados à manutenção de sistemas mainframe em comparação com a adoção de soluções em nuvem;

Investigar os desafios e riscos envolvidos na migração de sistemas críticos de mainframe para a nuvem, incluindo aspectos de segurança e continuidade dos negócios;

Propor um modelo de transição que minimize interrupções e maximize a eficiência operacional durante a migração para a computação em nuvem.

Examinar casos de sucesso e fracasso na implementação de estratégias envolvendo Cloud.

1.4 Justificativa

A infraestrutura de TI é um componente crítico para o sucesso das empresas na era digital. Com o avanço tecnológico acelerado, as organizações enfrentam o desafio de manter sistemas mainframe que, embora confiáveis e seguros, são caros para manter e podem limitar a agilidade e inovação. Por outro lado, a computação em nuvem oferece flexibilidade, escalabilidade e custos operacionais potencialmente mais baixos. No entanto, a migração para a nuvem traz seus próprios desafios, incluindo preocupações com segurança de dados e riscos de interrupção dos serviços.

Este estudo justifica-se pela necessidade de compreender os impactos estratégicos, financeiros e operacionais da transição de mainframe para cloud computing. A análise detalhada desses fatores é essencial para que as empresas tomem decisões informadas sobre a modernização de suas infraestruturas de TI. Além disso, ao explorar modelos de transição e casos práticos, este estudo visa contribuir com conhecimentos que possam auxiliar outras organizações em processos semelhantes, maximizando os benefícios e minimizando os riscos associados à migração para a nuvem.

Portanto, o público-alvo deste trabalho inclui gestores de TI, profissionais da área de tecnologia da informação e comunicação (TIC), e acadêmicos interessados na evolução das infraestruturas tecnológicas e na transformação digital das empresas.

1.5 Metodologia de Pesquisa

Este trabalho será desenvolvido por meio de uma pesquisa exploratória e descritiva, utilizando uma abordagem mista que combina métodos qualitativos e quantitativos. Serão levantados dados secundários através de uma revisão bibliográfica extensiva, analisando estudos de caso, relatórios técnicos e artigos acadêmicos sobre a transição de sistemas mainframe para soluções em cloud computing. Além disso, serão realizadas entrevistas com gestores de TI e profissionais da área para coletar insights qualitativos sobre as experiências práticas, desafios e estratégias adotadas pelas empresas durante esse processo.

A escolha dessa metodologia visa proporcionar uma compreensão abrangente dos aspectos técnicos, econômicos e estratégicos envolvidos na migração de mainframe para a nuvem. A análise quantitativa permitirá identificar tendências e padrões, enquanto a abordagem qualitativa oferecerá uma visão mais profunda das experiências individuais e das decisões organizacionais.

2 Desenvolvimento

2.1 História e Evolução dos Mainframes e da Computação em Nuvem

2.1.1 Mainframes

Mainframes: Os mainframes surgiram como uma necessidade de processar grandes quantidades de dados de forma confiável e eficiente. A IBM liderou essa revolução com o IBM 701, também conhecido como “Defense Calculator”, que foi projetado para ajudar no esforço de guerra (Guerra da Coreia). O sucesso do 701 levou ao desenvolvimento do IBM 704, o primeiro computador a usar linguagem de programação FORTRAN, que se tornou fundamental para aplicações científicas e de engenharia.

Na década de 1960, a IBM introduziu o System/360, uma série de mainframes compatíveis entre si que podiam ser escalados para atender a diferentes necessidades empresariais. Isso representou um grande avanço na indústria de computadores, pois permitiu que as empresas crescessem sem ter que substituir completamente seus sistemas existentes.

Com o advento da internet e a necessidade de processamento de transações online, os mainframes se adaptaram para oferecer serviços como servidores web e processamento de transações online (OLTP). Eles também começaram a incorporar tecnologias modernas como Linux e Java, mantendo sua relevância na era digital.

2.1.2 Computação em Nuvem

A computação em nuvem tem suas raízes no conceito de “time-sharing”, desenvolvido nos anos 1950 e 1960, que permitia a múltiplos usuários acessar um grande sistema centralizado. No entanto, foi apenas com a chegada da internet banda larga que a computação em nuvem começou a se tornar viável comercialmente.

O Google Apps (agora G Suite) lançado em 2006, e o Microsoft Office 365 em 2011, são exemplos de como os aplicativos baseados em nuvem começaram a substituir o software tradicional baseado em desktop. Isso permitiu que os usuários acessassem seus dados e aplicativos de qualquer lugar, promovendo a mobilidade e colaboração.

A computação em nuvem também possibilitou o surgimento de novos modelos de negócios, como o “pay-as-you-go”, onde os usuários pagam apenas pelos recursos computacionais que utilizam. Isso reduziu significativamente os custos iniciais para startups e pequenas empresas, democratizando o acesso à tecnologia avançada.

Agora, com tecnologias emergentes como Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (AI) e aprendizado de máquina (Machine Learning), a computação em nuvem está se tornando ainda mais integrada ao tecido da sociedade moderna, impulsionando inovações em praticamente todos os setores da indústria.

As empresas que dominam hoje em dia:

AWS (Amazon Web Services): A AWS foi lançada em 2006 e é considerada uma das pioneiras na computação em nuvem. Ela começou oferecendo serviços de armazenamento simples (S3 - armazenamento) e o Elastic Compute Cloud (EC2 - processamento), que permitia aos usuários alugarem máquinas virtuais para rodar suas próprias aplicações. Desde então, a AWS expandiu significativamente sua oferta de serviços, incluindo bancos de dados, machine learning, analytics e Internet das Coisas (IoT).

Azure (Microsoft): O Azure foi lançado pela Microsoft em 2010 como Windows Azure, sendo renomeado para Microsoft Azure em 2014. Ele oferece uma ampla gama de serviços de computação em nuvem, incluindo soluções para IA, machine learning, IoT e blockchain. O Azure é conhecido por sua integração com outros produtos Microsoft, como Windows Server, Active Directory e SQL Server.

GCP (Google Cloud Platform): O GCP foi lançado oficialmente em 2011, embora alguns de seus componentes, como o App Engine, estivessem disponíveis desde 2008. O GCP oferece serviços semelhantes aos da AWS e do Azure, mas é particularmente reconhecido por suas ofertas de big data e machine learning, além de sua infraestrutura global que se beneficia da extensa rede de fibra óptica do Google.

Esses três provedores dominam o mercado de computação em nuvem e continuam a inovar e expandir seus serviços para atender às necessidades crescentes de empresas de todos os tamanhos em todo o mundo.

2.2 Características Principais: Mainframe vs. Cloud

Mainframes:

Poder de Computação: Os mainframes são extremamente poderosos e podem processar dezenas de milhares de transações por segundo. Eles são projetados para operações críticas e podem lidar com grandes volumes de dados e cargas de trabalho complexas sem interrupção.

Segurança: A segurança é uma das principais características dos mainframes, com recursos avançados para proteger dados sensíveis e realizar transações seguras.

Confiabilidade: Mainframes têm uma longa história de confiabilidade e são projetados para ter alta disponibilidade, com redundância embutida e capacidade de recuperação rápida após falhas.

Computação em Nuvem:

Escalabilidade: A nuvem oferece a capacidade de escalar recursos rapidamente para cima ou para baixo conforme a demanda, o que é ideal para empresas com necessidades variáveis.

Flexibilidade: Com a computação em nuvem, as empresas podem experimentar novas tecnologias e serviços sem um grande investimento inicial em hardware.

Custo-Eficiência: A nuvem opera em um modelo de pagamento conforme o uso, o que pode resultar em economia significativa, especialmente para startups e pequenas empresas.

Conclusão:

Os mainframes são ideais para organizações que requerem um alto nível de processamento de transações, como bancos e companhias aéreas, onde a confiabilidade e a segurança não podem ser comprometidas. A computação em nuvem é mais adequada para empresas que buscam inovação rápida, colaboração global e querem evitar o custo e a complexidade da manutenção de infraestrutura física própria.

Ambos os sistemas têm seus pontos fortes e muitas organizações estão adotando uma abordagem híbrida para aproveitar as vantagens dos dois mundos. Por exemplo,

algumas cargas de trabalho críticas podem permanecer em mainframes enquanto outras aplicações são movidas para a nuvem para ganhar agilidade e reduzir custos.

2.3 Segurança de Dados: Mainframe em comparação com Cloud

A segurança de dados é uma área crítica tanto para mainframes quanto para a computação em nuvem, e cada um apresenta abordagens distintas devido às suas arquiteturas e modelos de operação.

Começando pelos mainframes, eles são sistemas robustos que foram construídos com a segurança como uma das principais prioridades. No nível do hardware, os mainframes utilizam processadores especializados que suportam criptografia avançada para proteger dados em trânsito e em repouso. Esses sistemas também possuem módulos de segurança de hardware que armazenam chaves criptográficas de forma segura, longe do alcance de agentes mal-intencionados. Além disso, o hardware dos mainframes é projetado para ser altamente resistente a falhas físicas e ataques externos.

No aspecto do software, os sistemas operacionais de mainframe, como o z/OS da IBM, são equipados com recursos de segurança extensivos. Eles oferecem controle de acesso granular, onde cada tarefa e usuário têm permissões específicas, minimizando assim o risco de acessos não autorizados. A auditoria é outra característica forte dos mainframes, com registros detalhados de todas as atividades do sistema, permitindo uma análise muito eficaz em caso de incidentes de segurança.

Por outro lado, a computação em nuvem oferece um modelo diferente de segurança que é influenciado pela natureza compartilhada dos recursos. Os provedores de nuvem implementam medidas rigorosas para proteger a infraestrutura física e lógica. Isso inclui criptografia abrangente para proteger dados contra interceptação e acesso não autorizado. Além disso, os provedores de nuvem utilizam técnicas avançadas para garantir a segregação entre os dados dos clientes, mesmo quando armazenados no mesmo servidor físico.

Os serviços em nuvem também oferecem uma variedade de ferramentas e plataformas para gerenciar a segurança dos dados. Isso inclui firewalls virtuais, redes privadas virtuais (VPNs), e serviços integrados de gerenciamento de identidade e

acesso (IAM), que permitem aos usuários definirem políticas detalhadas para quem pode acessar o quê dentro da infraestrutura em nuvem.

Uma diferença chave entre os dois é o nível de controle que uma organização tem sobre seus dados e operações. Com mainframes, as organizações mantêm controle total sobre o ambiente, incluindo hardware e software. Isso permite um gerenciamento mais direto da segurança e conformidade com regulamentações específicas do setor. Em contraste, a computação em nuvem requer que as organizações confiem nos provedores para manter altos padrões de segurança e cumprir com as regulamentações aplicáveis.

Outra consideração importante é a frequência das atualizações e patches. Mainframes podem ter ciclos mais longos para atualizações devido à sua natureza crítica e ao desejo de evitar interrupções no serviço. A nuvem, por outro lado, permite atualizações mais frequentes e automáticas, o que pode ser benéfico na resposta rápida a novas vulnerabilidades.

Em termos de conformidade regulatória, mainframes são frequentemente preferidos em indústrias como financeira e saúde, onde há regulamentações rigorosas sobre o manuseio e armazenamento de dados sensíveis. A computação em nuvem pode oferecer soluções para conformidade regulatória como um serviço, mas isso depende da capacidade do provedor em atender às exigências específicas do cliente.

Em resumo, enquanto os mainframes são reconhecidos por sua segurança robusta e confiabilidade inigualável conforme já mencionado anteriormente, sendo adequados para operações críticas onde o controle total é essencial; a computação em nuvem oferece flexibilidade e escalabilidade com medidas avançadas de segurança. No entanto, ela depende da confiança na capacidade dos provedores em manter os padrões elevados necessários para proteger os dados dos clientes.

2.4 Custos Operacionais e Eficiência: Mainframe vs. Cloud

2.4.1 Principais pontos no que se tange a custos

Quando se trata de custos operacionais e eficiência, tanto mainframes quanto a computação em nuvem têm seus méritos e desafios específicos.

Os mainframes utilizam tecnologias de virtualização para alocar recursos de forma eficiente, permitindo que vários sistemas operacionais e aplicativos sejam executados simultaneamente. Isso pode resultar em uma vantagem de custo de 29% sobre implantações que dependem fortemente de servidores distribuídos.

A eficiência da infraestrutura é uma das principais fontes de valor, especialmente em um modelo híbrido que integra mainframes e computação em nuvem.

A nuvem depende de infraestrutura compartilhada para fornecer recursos sob demanda aos usuários, garantindo utilização ideal e eficiência de custos.

Modelo Híbrido: em vez de adotar uma abordagem baseada exclusivamente em nuvem ou mainframe, muitas estratégias estão aproveitando os pontos fortes de cada um, dando aos líderes de TI maior flexibilidade à medida que enfrentam novos desafios, oportunidades e riscos.

Um modelo híbrido que inclui e integra computação mainframe pode gerar até cinco vezes o valor de uma plataforma de nuvem pública sozinha, com benefícios significativos em aceleração dos negócios, produtividade dos desenvolvedores, eficiência da infraestrutura, gerenciamento de riscos e conformidade, e flexibilidade a longo prazo.

A tendência para abandonar os mainframes em favor da computação em nuvem desacelerou, e há vários fatores-chave por trás dessa desaceleração. O modelo híbrido está ganhando popularidade na era das estratégias híbridas e da IA generativa.

As empresas devem considerar cuidadosamente suas necessidades específicas ao avaliar os custos operacionais e a eficiência dos mainframes em comparação com soluções baseadas na nuvem. A escolha entre mainframe, nuvem ou uma combinação dos dois dependerá das metas estratégicas da organização, requisitos regulatórios, necessidades de segurança e privacidade dos dados, bem como da capacidade de inovação e escalabilidade desejada.

2.4.2 Provedores

Mainframes (IBM):

A IBM oferece um modelo de precificação para mainframes chamado Tailored Fit Pricing, que promete ser flexível e previsível, semelhante ao modelo de pagamento por uso da nuvem.

O preço do software IBM Z é dividido em duas categorias: Monthly license charge (MLC) e One-Time Charge (OTC).

Monthly License Charge - (MLC) é uma cobrança mensal recorrente que a IBM aplica pelo uso contínuo de seu software em mainframes.

Características:

Flexibilidade: Permite que os clientes ajustem a capacidade de seus sistemas conforme necessário e paguem de acordo com o uso mensal. **Baseada em Uso:** O custo é geralmente baseado em métricas de uso, como o número de usuários, a capacidade do sistema ou o volume de transações. **Atualizações e Suporte:** Inclui acesso a atualizações de software e suporte técnico contínuo.

Vantagens:

Previsibilidade de Custos: Ajuda as empresas a prever e gerenciar melhor os custos mensais de TI. **Adaptabilidade:** Ideal para empresas que precisam de flexibilidade e escalabilidade.

One-Time Charge - (OTC) é uma cobrança única que a IBM aplica pela aquisição permanente de uma licença de software para mainframes.

Características:

Pagamento Único: O cliente paga uma vez por uma licença perpétua do software. **Custos de Manutenção:** Pode haver custos adicionais para manutenção e suporte contínuos, mas a licença em si não requer pagamentos recorrentes. **Imutável:** Uma vez adquirida, a licença é válida indefinidamente, desde que o software continue a ser usado no hardware especificado.

Vantagens:

Investimento a Longo Prazo: Ideal para empresas que preferem fazer um investimento inicial maior para evitar custos recorrentes. Estabilidade Financeira: Permite uma melhor alocação de recursos financeiros a longo prazo.

Em suma, MLC é mais adequado para empresas que precisam de flexibilidade e preferem distribuir os custos ao longo do tempo. OTC é ideal para empresas que têm um orçamento disponível para investimentos iniciais e preferem evitar pagamentos mensais.

O novo mainframe IBM z16™ é a última iteração dos mainframes IBM Z®, com inferência de IA integrada ao chip e tecnologias pioneiras à prova de quantum.

Computação em Nuvem (AWS):

A AWS oferece uma abordagem de pagamento pelo uso para a maioria dos seus serviços de nuvem. Por exemplo, o Amazon EC2 (processamento) custa \$0.09 por GB para os primeiros 10 TB por mês, e o Amazon S3 (armazenamento) custa \$0.023 por GB para os primeiros 50 TB por mês.

A AWS também possui um Calculador de Preços que permite explorar os serviços da AWS e criar uma estimativa para o custo dos seus casos de uso na AWS.

Computação em Nuvem (Azure):

A Microsoft Azure também oferece precificação transparente sem custos iniciais ou taxas de cancelamento, pagando apenas pelos recursos que você usa.

O serviço Azure Cloud Services fornece informações de precificação para a implantação de aplicativos e APIs, com uma política de pagamento conforme o uso.

O Calculador de Preços da Azure ajuda a configurar e estimar os custos para produtos e recursos específicos da Azure para seus cenários específicos.

É importante notar que os preços podem variar com base em vários fatores, incluindo o volume de uso, recursos específicos necessários, compromissos contratuais e descontos aplicáveis. As empresas devem entrar em contato diretamente com os fornecedores para obter cotações precisas e personalizadas com base em suas necessidades específicas.

2.4.3 Gama de Serviços da Cloud

Serviços de Armazenamento e Banco de Dados - Armazenamento em Bloco e Arquivo: Armazenamento de grandes volumes de dados, tanto estruturados quanto não estruturados. Bancos de Dados Relacionais e NoSQL: Bancos de dados escaláveis e de alta disponibilidade para diferentes tipos de dados.

Inteligência Artificial e Machine Learning - Modelos Pré-Treinados: Serviços que oferecem modelos de IA pré-treinados para reconhecimento de imagem, processamento de linguagem natural etc. Plataformas de Machine Learning: Ferramentas para criar, treinar e implantar modelos de aprendizado de máquina.

Análise e Big Data - Processamento de Dados em Tempo Real: Ferramentas para processamento de streams de dados. Armazenamento de Big Data: Soluções para armazenamento e análise de grandes volumes de dados. BI e Visualização: Ferramentas de business intelligence para visualização e análise de dados.

Segurança e Gestão de Identidade - Autenticação e Autorização: Serviços para gerenciar identidades e permissões de usuários. Monitoramento de Segurança: Ferramentas para monitoramento, detecção e resposta a ameaças de segurança. Gestão de Chaves: Serviços para gerenciamento de chaves criptográficas.

DevOps e Ferramentas de Desenvolvimento - Integração e Entrega Contínua (CI/CD): Ferramentas para automação de pipeline de desenvolvimento e implantação. Reposição de Código: Hospedagem de repositórios de código fonte e controle de versão. Monitoramento e Logging: Ferramentas para monitorar o desempenho de aplicações e gerenciar logs.

Internet das Coisas (IoT) - Plataformas de IoT: Serviços para conectar, gerenciar e analisar dispositivos IoT. Análise de Dados de IoT: Ferramentas para análise de dados gerados por dispositivos conectados.

Serviços de Mídia - Streaming de Vídeo e Áudio: Soluções para transmissão de conteúdo de mídia. Conversão e Processamento de Mídia: Ferramentas para transcodificação e processamento de arquivos de mídia.

Serviços de Blockchain - Plataformas de Blockchain: Infraestrutura para desenvolvimento e gestão de aplicações baseadas em blockchain.

2.5 Por que Estamos Tendo Tantas Empresas Migrando? A Modernização!

A migração de mainframes para a computação em nuvem é uma tendência crescente entre as empresas, muitas vezes enquadrada como uma estratégia de modernização. Essa mudança é impulsionada por vários fatores que refletem as necessidades e desafios do ambiente de negócios contemporâneo. Abaixo se encontram características novas e já citadas para uma maior amplitude de entendimento dessa transição.

Flexibilidade e Escalabilidade: A computação em nuvem oferece uma flexibilidade significativa em termos de recursos de TI. As empresas podem escalar rapidamente para cima ou para baixo, dependendo da demanda, sem a necessidade de investimentos pesados em hardware. Isso é particularmente útil para lidar com picos de tráfego ou expansão rápida.

Custo: Embora os mainframes sejam poderosos, eles também são caros para manter e atualizar. A nuvem opera em um modelo de pagamento conforme o uso, o que pode reduzir os custos operacionais e de capital, tornando-a uma opção mais econômica para muitas empresas.

Inovação: A nuvem facilita a inovação ao permitir que as empresas experimentem e implementem novas tecnologias rapidamente. Serviços como computação sem servidor, contêineres e plataformas de desenvolvimento integradas ajudam as empresas a desenvolverem e lançarem novos aplicativos e serviços mais rapidamente do que seria possível com mainframes.

Manutenção e Suporte: Os mainframes exigem uma equipe especializada para operação e manutenção, o que pode ser um desafio à medida que a força de trabalho envelhece e as habilidades se tornam menos comuns. A nuvem, por outro lado, é gerenciada pelo provedor, reduzindo a carga sobre os recursos internos da empresa.

Acesso Remoto e Colaboração: Com o aumento do trabalho remoto e das equipes distribuídas, a nuvem oferece vantagens significativas em termos de acesso aos dados e colaboração em tempo real, independentemente da localização geográfica dos usuários.

Conformidade Regulatória: A conformidade pode ser mais fácil de gerenciar na nuvem com os serviços certificados que atendem a padrões globais, ajudando as empresas a se manterem atualizadas com as regulamentações sem esforço adicional.

Continuidade dos Negócios: A nuvem oferece robustas soluções de recuperação de desastres e continuidade dos negócios. Em caso de falhas ou desastres naturais, os dados podem ser rapidamente restaurados a partir de backups redundantes localizados em diferentes regiões geográficas.

Apesar desses benefícios, a migração para a nuvem não é isenta de desafios. As preocupações com segurança e privacidade dos dados permanecem no topo das considerações das empresas, especialmente aquelas que lidam com informações altamente sensíveis. Além disso, a migração requer planejamento cuidadoso e execução para minimizar interrupções nos negócios e garantir que os sistemas legados sejam adequadamente substituídos ou integrados.

Em última análise, muitas empresas veem a modernização para a nuvem como uma oportunidade para transformar suas operações, tornando-as mais ágeis, eficientes e preparadas para o futuro. No entanto, cada organização deve avaliar cuidadosamente seus objetivos específicos, requisitos regulatórios e riscos potenciais antes de embarcar nessa transição.

2.6 Tipos de Serviços em Nuvem

2.6.1 IaaS, PaaS, SaaS, FaaS

Para um entendimento mais lúdico, encontra-se abaixo a analogia da pizza para esses tipos de serviços.

Os serviços (de forma ampla) em nuvem são categorizados em Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS), Software as a Service (SaaS) e Function as a Service (FaaS). Cada modelo oferece diferentes níveis de controle e responsabilidade, adequando-se a diversas necessidades empresariais.

IaaS oferece infraestrutura virtualizada sob demanda, como servidores e armazenamento. Os usuários gerenciam sistemas operacionais e aplicações, proporcionando flexibilidade para escalar recursos conforme necessário. Imagine que IaaS é como preparar uma pizza em casa: você compra os ingredientes e utiliza seu

forno e utensílios para fazer a pizza. Exemplos de IaaS incluem Amazon EC2 e Google Compute Engine.

PaaS fornece uma plataforma completa para desenvolvimento e implantação de aplicativos, sem a necessidade de gerenciar a infraestrutura subjacente. Os usuários focam apenas no desenvolvimento de aplicações, enquanto o provedor gerencia a infraestrutura e middleware. Isso é como receber uma pizza pronta para assar: você apenas precisa cozinhar a pizza e prepará-la para servir. Google App Engine e Microsoft Azure App Services são exemplos de PaaS.

SaaS disponibiliza software completo pela internet, acessível via navegador. Os usuários apenas utilizam o software, sem se preocupar com gestão de hardware ou sistemas operacionais. É como ir a um restaurante e comer uma pizza pronta: você não precisa fazer nada além de aproveitar a refeição. Exemplos de SaaS incluem Google Workspace e Salesforce.

FaaS, ou Function as a Service, é um modelo de computação sem servidor onde o código é executado em resposta a eventos, e o provedor gerencia automaticamente a infraestrutura. Os desenvolvedores focam apenas na lógica da aplicação, sem se preocupar com a gestão dos servidores. É como receber uma fatia de pizza pronta para comer: você não se preocupa com o preparo ou cozimento. Exemplos de FaaS incluem AWS Lambda e Google Cloud Functions.

Esses modelos de serviço em nuvem oferecem opções que variam em termos de flexibilidade, controle e complexidade de gestão, permitindo que as empresas escolham a solução que melhor atende às suas necessidades específicas. A escolha correta depende das prioridades em termos de gestão de recursos, desenvolvimento de aplicativos e custo-benefício.

2.6.2 Cloud Pública vs Cloud Privada

Na computação em nuvem, existem duas abordagens principais: a nuvem pública e a nuvem privada, cada uma com características distintas e adequações específicas para ambientes empresariais. A nuvem pública refere-se a serviços de TI oferecidos por provedores como AWS, Microsoft Azure e Google Cloud. Nesse modelo, a infraestrutura é compartilhada entre múltiplos clientes, proporcionando

escalabilidade e elasticidade significativas. Os recursos são escalados conforme a demanda, e o pagamento é baseado no uso, o que pode ser vantajoso para empresas com necessidades variáveis de recursos.

Por outro lado, a nuvem privada envolve infraestrutura dedicada a uma única organização. Pode ser implementada localmente nas instalações da empresa ou ser hospedada por um provedor dedicado. Este modelo oferece controle total sobre os recursos, permitindo configurações específicas de segurança e conformidade. No entanto, a escalabilidade e a elasticidade são geralmente limitadas em comparação com a nuvem pública, exigindo mais planejamento e intervenção manual para ajustar os recursos.

Em termos de custo, a nuvem pública opera com um modelo pay-as-you-go, enquanto a nuvem privada muitas vezes envolve custos fixos de infraestrutura e manutenção. Em relação à segurança, a nuvem pública oferece controles de segurança gerenciados pelo provedor, enquanto na nuvem privada a organização é responsável pela implementação e monitoramento dos controles de segurança.

Apesar das diferenças, é possível uma convivência harmoniosa entre nuvem pública e privada através de estratégias de arquitetura híbrida ou multi-cloud. Isso permite às empresas otimizar suas operações, combinando a flexibilidade e economia da nuvem pública com o controle e segurança da nuvem privada conforme as necessidades específicas de cada aplicação ou carga de trabalho. A integração bem-sucedida requer o uso de ferramentas de gerenciamento de nuvem adequadas, políticas de segurança robustas e uma arquitetura de aplicativos projetada para suportar múltiplos ambientes de nuvem.

2.7 Estratégias de Migração para a Nuvem (Os 7 R's)

Como guia na mudança de paradigma arquitetural, as empresas se baseiam em estratégias que foram desenvolvidas e que são conhecidas como os "7 Rs da migração para a nuvem". Essas estratégias ajudam a determinar a melhor abordagem para mover aplicações e dados para a nuvem, dependendo das necessidades e circunstâncias específicas de cada empresa.

Rehost (Lift and Shift):

Essa estratégia envolve mover as aplicações para a infraestrutura de nuvem sem fazer mudanças significativas. É como transportar seus servidores para um data center na nuvem, mantendo a estrutura existente. É uma abordagem rápida e econômica, adequada para empresas que desejam migrar rapidamente sem reconfigurar suas aplicações.

Relocate:

Similar ao rehost, mas aplicado a ambientes de virtualização como VMware ou Kubernetes. Migra a camada de virtualização inteira para a nuvem, permitindo que as aplicações continuem a operar sem interrupções significativas. É útil para empresas que desejam manter a consistência do ambiente, minimizando o impacto nas operações.

Replatform (Lift and Reshape):

Envolve fazer pequenas otimizações nas aplicações para aproveitar melhor os serviços nativos da nuvem. Isso pode incluir, por exemplo, mover um banco de dados para um serviço gerenciado na nuvem. Essa abordagem equilibra a necessidade de mudanças mínimas com a obtenção de alguns benefícios da nuvem.

Refactor (Re-architect):

Consiste em reimaginar e reescrever as aplicações para serem totalmente otimizadas para a nuvem, utilizando arquitetura de microsserviços e tecnologias sem servidor (serverless). Embora essa estratégia ofereça os maiores benefícios em termos de escalabilidade e flexibilidade, ela também requer um investimento significativo em termos de tempo e recursos.

Repurchase (Drop and Shop):

Em vez de migrar aplicações existentes, esta estratégia envolve substituir aplicações legadas por soluções de Software como Serviço (SaaS). Isso pode simplificar a manutenção e oferecer novas funcionalidades, mas pode exigir mudanças nos processos de trabalho existentes.

Retain (Revisit):

Algumas aplicações podem não ser migradas imediatamente para a nuvem devido a requisitos de conformidade, latência ou outros motivos. A estratégia de retenção mantém essas aplicações on-premises até que seja viável ou necessário migrá-las no futuro.

Retire:

Esta abordagem identifica e desativa aplicações que não são mais necessárias ou que foram substituídas por outras. Ao eliminar essas aplicações, a empresa pode reduzir custos e simplificar a gestão de TI.

Essas estratégias não são mutuamente exclusivas e, frequentemente, uma combinação delas é aplicada dependendo da aplicação e dos objetivos de negócios. Avaliar cuidadosamente cada aplicação e entender as necessidades específicas da empresa são passos essenciais para uma migração bem-sucedida para a nuvem

2.8 Impacto da Computação em Nuvem na Transformação Digital

A computação em nuvem tem um impacto significativo na transformação digital, pois fornece a base para as organizações se tornarem mais ágeis, colaborativas e focadas no cliente. Ela permite uma mudança fundamental na forma como uma organização opera, otimiza recursos internos e entrega valor aos clientes. Além disso, a computação em nuvem atua como um catalisador para a mudança e fomenta uma cultura de inovação.

Exemplos de empresas nascidas na nuvem:

Salesforce: Um conhecido provedor de SaaS que utiliza serviços de nuvem como AI, IoT e análises de Big Data.

Netflix, Uber e AirBnB: Empresas que se tornaram nomes familiares e são exemplos de excelência em nuvem.

Empresas que migraram com sucesso para a nuvem:

Netflix: Reconhecida como pioneira na migração para a nuvem com um dos estudos de caso mais conhecidos nesta área.

Instagram: Tem uma presença significativa na nuvem.

Apple: Tem adotado gradualmente tecnologias de nuvem, oferecendo serviços como iCloud para armazenamento de dados e sincronização entre dispositivos Apple, além do famoso aplicativo Siri.

Etsy, Capital One, Spotify, Dropbox também são outras empresas conhecidas que migraram para a nuvem.

Essas empresas demonstram como a computação em nuvem pode facilitar a transformação digital e melhorar a interface de usabilidade e facilidade com o cliente. A migração para a nuvem permite escalabilidade, flexibilidade e eficiência de custos, elementos essenciais para o sucesso na era digital. Esses dados e casos de sucesso podem ser verificados pelo próprio site do provedor de cloud.

2.9 Desafios Técnicos e Gerenciais na Transição de Mainframe para Cloud

A transição de sistemas legados, como mainframes, para ambientes de computação em nuvem, representa um desafio significativo tanto em termos técnicos quanto gerenciais para muitas organizações. Este processo envolve migrar aplicações críticas e dados de plataformas tradicionais, que são muitas vezes complexas e maduras, para infraestruturas modernas baseadas em nuvem, que oferecem escalabilidade, flexibilidade e eficiência operacional.

Desafios Técnicos na Transição de Mainframe para Cloud

Compatibilidade e Migração de Aplicações: Muitos sistemas mainframe utilizam linguagens de programação e arquiteturas específicas que podem não ser diretamente compatíveis com ambientes em nuvem. A migração requer adaptação de código, reestruturação de dados e, em alguns casos, a reescrita de aplicações inteiras para funcionarem de forma eficiente na nuvem.

Performance e Latência: Mainframes são conhecidos pela sua capacidade de processamento de alto desempenho e baixa latência. Garantir que as aplicações mantenham ou melhorem essas características na nuvem é crucial para evitar impactos negativos na experiência do usuário e na operação do negócio.

Segurança e Conformidade: As empresas precisam garantir que os dados sensíveis e críticos estejam protegidos durante e após a migração para a nuvem. Isso envolve implementar medidas robustas de segurança cibernética e garantir conformidade com regulamentações relevantes, como GDPR, HIPAA, e outras normativas locais e internacionais.

Integração de Sistemas: Muitas organizações possuem um ecossistema complexo de sistemas interdependentes. Integrar esses sistemas com novas aplicações em nuvem sem interrupções nem perda de funcionalidades é um desafio técnico significativo.

Desafios Gerenciais na Transição

Gestão da Mudança Organizacional: A transição de mainframe para nuvem não é apenas uma mudança tecnológica, mas também cultural e organizacional. As equipes precisam ser treinadas e preparadas para operar em novos ambientes, utilizando novas ferramentas e metodologias de desenvolvimento e operação.

Custo e Orçamento: A migração para a nuvem pode inicialmente parecer uma solução mais econômica devido ao modelo de pagamento conforme o uso. No entanto, os custos podem aumentar significativamente se não forem gerenciados adequadamente, especialmente durante o período de transição e ajustes pós-migração.

Planejamento Estratégico: É crucial um planejamento detalhado para identificar quais aplicações são candidatas ideais para migração, a sequência de migração, e o plano de contingência para lidar com possíveis falhas durante o processo.

Empresas modelo que tiveram problemas:

Lufthansa: A companhia aérea alemã enfrentou desafios ao migrar sistemas críticos de reservas de voos e gerenciamento de passageiros de mainframes para a nuvem. A complexidade das operações e a necessidade de manter a alta disponibilidade foram pontos críticos durante o processo.

Banco do Brasil: Durante a migração de sua plataforma de processamento de transações financeiras de mainframes para a nuvem, o Banco do Brasil teve que lidar

com questões de segurança, escalabilidade e integração de sistemas legados com novas tecnologias.

General Electric: A GE enfrentou desafios ao migrar suas aplicações de análise de dados e controle industrial de sistemas mainframe para plataformas de nuvem pública. A necessidade de manter a confiabilidade e o desempenho em ambientes de operação crítica foi uma preocupação central.

2.10 Estudos de Caso de Sucesso e Fracasso na Adoção da Cloud

Casos de sucesso:

Spotify

O Spotify, uma das maiores plataformas de streaming de música do mundo, enfrentou o desafio de suportar milhões de usuários globais e um vasto catálogo de músicas. Em busca de escalabilidade e eficiência operacional, iniciaram sua jornada para a nuvem com a AWS em 2016. Essa migração foi cuidadosamente planejada e executada de forma gradual, começando por serviços menos críticos e avançando para os mais essenciais ao longo do tempo.

A estratégia de migração gradual permitiu ao Spotify minimizar riscos e impactos nos serviços existentes, garantindo a estabilidade contínua do serviço durante todo o processo. Além disso, a adoção extensiva de serviços gerenciados da AWS simplificou operações, liberando recursos internos para focar em inovação e desenvolvimento de novos recursos para os usuários.

A implementação de práticas rigorosas de segurança e conformidade foi fundamental para proteger dados sensíveis dos usuários, garantindo a confiança contínua dos clientes. Como resultado dessa iniciativa, o Spotify experimentou melhorias significativas na estabilidade do serviço, redução de custos operacionais e uma capacidade aumentada de lançar novas funcionalidades rapidamente, mantendo sua posição de liderança no mercado de streaming de música.

Airbnb

O Airbnb, plataforma global de hospedagem que conecta anfitriões e hóspedes ao redor do mundo, precisava de uma infraestrutura robusta e escalável para suportar

seu rápido crescimento e expansão global. Para atender a demandas sazonais e garantir alta disponibilidade do serviço, o Airbnb optou por migrar para a nuvem, iniciando com a AWS.

A migração para a nuvem foi gradual e estratégica, começando com serviços básicos de armazenamento e computação e evoluindo para soluções mais avançadas para gerenciamento de dados e análises. Esta abordagem permitiu ao Airbnb ajustar sua capacidade de acordo com a demanda do mercado, utilizando eficientemente instâncias sob demanda para lidar com picos de utilização durante períodos de alta temporada.

A automação desempenhou um papel crucial na gestão e provisionamento de recursos na nuvem, otimizando operações e permitindo que a equipe de TI focasse em iniciativas de valor agregado. Além disso, a implementação de práticas robustas de segurança e conformidade assegurou a proteção dos dados dos usuários em conformidade com regulamentações globais.

Casos de fracasso:

Epic Games (Fortnite)

A Epic Games, conhecida pelo desenvolvimento do popular jogo Fortnite, enfrentou desafios significativos durante sua tentativa de migração para a nuvem. Com uma base massiva de jogadores ao redor do mundo e a necessidade de suportar eventos ao vivo e atualizações frequentes, a empresa iniciou sua migração para a nuvem em 2019, utilizando múltiplos provedores de serviços cloud.

No entanto, a migração encontrou sérios problemas de desempenho e estabilidade durante eventos de pico de tráfego, resultando em quedas de serviço e frustração dos usuários. O planejamento inadequado de capacidade foi um dos principais pontos críticos, com a empresa subestimando os requisitos necessários para lidar com volumes extremos de tráfego durante eventos populares de Fortnite.

Além disso, a complexidade na arquitetura de integração entre diferentes serviços e plataformas cloud contribuiu para problemas adicionais de desempenho e interoperabilidade. A resposta a incidentes também foi um desafio, com dificuldades

em resolver problemas de desempenho de forma rápida e eficaz durante interrupções prolongadas.

Delta Air Lines

A Delta Air Lines, uma das principais companhias aéreas globais, enfrentou desafios significativos ao migrar para uma plataforma de nuvem pública como parte de um grande projeto de modernização de TI em 2018. Com o objetivo de modernizar sistemas legados e melhorar a experiência do cliente através de novos serviços digitais, a Delta enfrentou atrasos significativos, aumento de custos e interrupções de serviço durante o processo de migração.

Um dos principais pontos críticos foi a falta de preparação adequada da infraestrutura, resultando na subestimação da complexidade e requisitos necessários para a migração de sistemas legados para a nuvem. A gestão de mudanças também se mostrou inadequada, com resistência organizacional à mudança e falta de alinhamento entre as equipes de TI e operações, dificultando a coordenação eficaz durante todo o projeto.

As interrupções prolongadas nos serviços de reservas e check-in online impactaram diretamente a experiência do cliente, resultando em insatisfação e perda de confiança dos passageiros. Em retrospectiva, a Delta Air Lines identificou a necessidade de uma abordagem mais integrada e cuidadosamente planejada para futuras iniciativas de migração para a nuvem.

3 Conclusão

A adoção da nuvem representa uma mudança fundamental na arquitetura de TI das empresas, oferecendo promessas significativas de escalabilidade, eficiência operacional e inovação ágil. No entanto, tanto os casos de sucesso quanto os de fracasso ilustram que essa transição não é simples e requer uma abordagem estratégica e meticulosa para mitigar riscos e maximizar os benefícios.

A estratégia de migração para a nuvem deve começar com uma análise detalhada das necessidades organizacionais e dos objetivos de negócios. Empresas bem-sucedidas como o Spotify e o Airbnb demonstraram que uma abordagem gradual e faseada é essencial. Isso permite não apenas minimizar os riscos de interrupção dos serviços, mas também otimizar os custos e melhorar a adaptação aos novos ambientes tecnológicos.

A migração para a nuvem não é apenas uma questão técnica, mas também envolve aspectos culturais e organizacionais. A resistência à mudança e a falta de alinhamento entre as equipes de TI e as operações podem comprometer o sucesso do projeto. Portanto, é crucial envolver todas as partes interessadas desde o início, garantindo uma comunicação clara e um plano de gestão de mudanças eficaz.

Um dos desafios mais comuns enfrentados pelas empresas durante a migração para a nuvem é a gestão de sistemas legados, especialmente em casos em que mainframes desempenham um papel central na operação. A abordagem híbrida, combinando mainframes e ambientes em nuvem, pode ser uma solução viável para mitigar riscos e garantir a continuidade operacional. Isso permite que empresas aproveitem os investimentos existentes em mainframes enquanto exploram os benefícios da nuvem para novas cargas de trabalho e serviços.

No entanto, decidir quando e como abandonar completamente os mainframes em favor de soluções totalmente em nuvem é uma decisão estratégica complexa. Mainframes são conhecidos por sua confiabilidade e capacidade de processamento de alto desempenho, sendo essenciais para operações críticas em muitas indústrias. Assim, a migração deve ser cuidadosamente avaliada com base na necessidade de escalabilidade, custo-benefício e alinhamento com os objetivos de longo prazo da empresa.

Além disso, a segurança e a conformidade continuam sendo preocupações fundamentais ao migrar para a nuvem. A proteção dos dados sensíveis dos clientes e a conformidade com regulamentações são requisitos não negociáveis. Empresas devem implementar medidas robustas de segurança cibernética, como criptografia de dados, autenticação multifator e monitoramento contínuo, para mitigar riscos de violações de dados e garantir a confiança dos clientes.

Em conclusão, a adoção da nuvem oferece oportunidades substanciais para transformar operações empresariais e impulsionar a inovação. No entanto, para alcançar sucesso duradouro, é essencial adotar uma abordagem cautelosa e bem planejada. Isso inclui uma análise abrangente dos requisitos comerciais, uma estratégia de migração gradual, gestão eficaz de mudanças organizacionais e um compromisso contínuo com a segurança e conformidade. A abordagem híbrida entre mainframes e nuvem pode ser uma fase de transição crucial, permitindo que as empresas mantenham a estabilidade enquanto exploram novas capacidades digitais. E como abordado antes, é de suma importância que a decisão de abandonar totalmente os mainframes deve ser baseada em uma avaliação cuidadosa dos benefícios versus os custos e riscos associados, garantindo que a migração seja sustentável e alinhada com os objetivos estratégicos de longo prazo da organização.

4 Referências

SHETTI, Milan. CIO. The hybrid approach: Get the best of both mainframe and cloud. Disponível em: <https://www.cio.com/article/1249426/the-hybrid-approach-get-the-best-of-both-mainframe-and-cloud.html>.

BECHTEL, Mike. Deloitte Insights. Future mainframe technology: Latest trends. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/tech-trends/2023/future-mainframe-technology-latest-trends.html>.

SHARMA, Aparna. IBM Blog. Blending mainframe power into the cloud computing landscape. Disponível em: <https://www.ibm.com/blog/blending-mainframe-power-into-the-cloud-computing-landscape/>.

LINTHICUM, David. Deloitte Cloud Blog. Cloud or mainframe? Disponível em: <https://www2.deloitte.com/us/en/blog/deloitte-on-cloud-blog/2020/cloud-or-mainframe.html>.

RANGER, Steve. ITPro. Cloud computing or mainframe: Why the pendulum might be swinging back in the age of hybrid strategies and generative AI. Disponível em: <https://www.itpro.com/cloud/cloud-computing/cloud-computing-or-mainframe-why-the-pendulum-might-be-swinging-back-in-the-age-of-hybrid-strategies-and-generative-ai>.

BOLANOS, Nicolas; GENO, George; OSBORNE, Erik. AWS News Blog. Unlocking mainframe modernization for success: Best practices to accelerate the mainframe to cloud journey. Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/blogs/mt/unlocking-mainframe-modernization-for-success-best-practices-to-accelerate-the-mainframe-to-cloud-journey/>.

Amazon Web Services. AWS Free Tier. Disponível em: https://aws.amazon.com/free/?gclid=Cj0KCQjw97SzBhDaARIsAFHXUWD5TFjW0MAH5OJ_SDrz2TfqxLoVtp2_-kJIXjMxqh28d1ifAudq2YaAr2YEALw_wcB:G:s&s_kwcid=AL!4422!3!454435137069!e!!g!!aws!10758390150!106168762236&all-free-tier.sort-by=item.additionalFields.SortRank&all-free-tier.sort-order=asc&awsf.Free%20Tier%20Types=*all&awsf.Free%20Tier%20Categories=*all.

JEBERAJ, Kingson. KnowledgeHut. Mainframe vs. Cloud: Understanding the Difference. Disponível em: <https://www.knowledgehut.com/blog/cloud-computing/mainframe-vs-cloud>.

KHILLAR, Sagar. Difference Between. Difference Between Mainframe and Cloud. Disponível em: <http://www.differencebetween.net/technology/difference-between-mainframe-and-cloud/>.

BICE, Tom. Wired. Back to the Future: The Cloud Won't Replace the Mainframe. Disponível em: <https://www.wired.com/insights/2014/04/back-future-cloud-wont-replace-mainframe/>.

GRANGER, Jhon. IBM Newsroom. Cloud or Mainframe: The Answer is Both. Disponível em: <https://newsroom.ibm.com/Cloud-or-Mainframe-The-Answer-is-Both>.

Wikipedia. Mainframe Computer. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Mainframe_computer.

TOZZI, Christopher. Precisely. Mainframe History. Disponível em: <https://www.precisely.com/blog/mainframe/mainframe-history>.

ARZOOMANIAN, Rich. Tom's Hardware. Picture Story: Mainframe Computer History. Disponível em: <https://www.tomshardware.com/picturestory/508-mainframe-computer-history.html>.

Wikipedia. History of Cloud Computing. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_cloud_computing.

INÁCIO, Carolina. A influência da tecnologia na infância: desenvolvimento ou ameaça. Psicologia. 2015 pt, 1, 1-13. Disponível em: <https://run.unl.pt/bitstream/10362/133706/1/TEGI0549.pdf>.

CONNOR, Jhon. Cloud Computing Media. The Evolution of Cloud Computing: A Comprehensive Overview. Disponível em: <https://cloudcomputing.media/adoption/the-evolution-of-cloud-computing-a-comprehensive-overview/>.

IPM. História da Computação em Nuvem: Como Surgiu a Cloud Computing. Disponível em: <https://www.ipm.com.br/blog/administracao-geral/historia-da-computacao-em-nuvem-como-surgiu-a-cloud-computing/>.

BESSA, André. Alura. Cloud: Conceitos e Aplicações. Disponível em: <https://www.alura.com.br/artigos/cloud>.

JOWITT, Tom. Silicon UK. Tales from Tech History: Mainframe. Disponível em: <https://www.silicon.co.uk/cloud/datacenter/tales-tech-history-mainframe-202100>.

GeeksforGeeks. History of Cloud Computing. Disponível em: <https://www.geeksforgeeks.org/history-of-cloud-computing/>.

RenovaCloud. 7 Rs of Cloud Migration Strategies. Disponível em: <https://renovacloud.com/7-rs-of-cloud-migration-strategies/?lang=en>.

PolarSeven. 7Rs Cloud Migration Strategies. Disponível em: <https://www.polarseven.com/post/7rs-cloud-migration-strategies>.

SENGUPTA, Sudip; DANAN, Shmuel. Bluexp NetApp. AWS CVO Blog: Strategies for AWS Migration - The New 7th R Explained. Disponível em: <https://bluexp.netapp.com/blog/aws-cvo-blg-strategies-for-aws-migration-the-new-7th-r-explained>.

DRESSLER, Amberly. Optimizely. Pizza as a Service: The Cloud Metaphor Explained. Disponível em: <https://www.optimizely.com/insights/blog/pizza-as-a-service/>.

DAS, Tamal. Mainframe vs. Cloud Computing: A Comprehensive Comparison. Disponível em: <https://planetmainframe.com/2022/12/mainframe-vs-cloud-computing/>.

JEBERAJ, Kingson. Mainframe vs. Cloud: Understanding the Difference. Disponível em: <https://www.knowledgehut.com/blog/cloud-computing/mainframe-vs-cloud>.

OpenText Mainframe vs. Symantec Cloud Security: A Comparative Analysis. Disponível em: <https://www.g2.com/compare/opentext-mainframe-vs-symantec-cloud-security>.

LESCHER, Anne. Security Intelligence. 9 Advantages of Mainframe for Cloud Computing. Disponível em: <https://securityintelligence.com/9-advantages-to-mainframe-for-cloud-computing/>.

LINTHICUM, David. Deloitte US Blog. Cloud or Mainframe: Which Is Right for Your Business? Disponível em: <https://www2.deloitte.com/us/en/blog/deloitte-on-cloud-blog/2020/cloud-or-mainframe.html>.

ZANDER, Allan. Planet Mainframe. The IBM Mainframe: The Most Powerful and Cost-Effective Computing Platform for Business. Disponível em: <https://planetmainframe.com/2021/09/the-ibm-mainframe-the-most-powerful-and-cost-effective-computing-platform-for-business/>.

IBM. Z Pricing: IBM Mainframe Pricing Details. Disponível em: <https://www.ibm.com/z/pricing>.

IBM. IBM Z Software Pricing Framework. Disponível em: <https://www.ibm.com/docs/en/zos/3.1.0?topic=zos-what-is-z-software-pricing-framework>.

IBM. IBM Z16: Features and Specifications. Disponível em: <https://www.ibm.com/products/z16>.

BASUMALLICK, Chiradeep. SpiceWorks. AWS Basics: A Beginner's Guide to Amazon Web Services. Disponível em: <https://www.spiceworks.com/tech/cloud/articles/aws-basics/>.

Microsoft Azure. Azure Pricing Details. Disponível em: <https://azure.microsoft.com/en-gb/pricing/>.

Microsoft Azure. Azure Pricing Calculator: Estimate Your Cloud Costs. Disponível em: <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/calculator/>.

WONG, Wylie. Data Center Knowledge. IBM Says Its New Mainframe Software Pricing Model May Lower Your Bill. Disponível em: <https://www.datacenterknowledge.com/operations-and-management/ibm-says-its-new-mainframe-software-pricing-model-may-lower-your-bill>.

IBM. IBM Downloads. Disponível em: <https://www.ibm.com/downloads/cas/GX2ROORV>.

AWS Calculator. AWS Pricing Calculator. Disponível em: <https://calculator.aws/#/?lang=en>.

Amazon Web Services. AWS Pricing. Disponível em: https://aws.amazon.com/pt/pricing/?aws-products-pricing.sort-by=item.additionalFields.productNameLowercase&aws-products-pricing.sort-order=asc&awsf.Free%20Tier%20Type=*all&awsf.tech-category=*all.

Google Cloud. What is Digital Transformation? Disponível em: <https://cloud.google.com/learn/what-is-digital-transformation?hl=pt-br>.

TechBrasa. Basics of Cloud Computing and Digital Transformation. Disponível em: <https://techbrasa.com/basics-cloud-computing-digital-transformation/>.

DevX. Born in the Cloud: Definition and Implications. Disponível em: <https://www.devx.com/terms/born-in-the-cloud/>.

CloudShift Strategies. What Does It Mean to Be Born in the Cloud? Disponível em: <https://www.cloudshiftstrategies.com/so-what-does-it-mean-to-be-born-in-the-cloud/>.

GACA, Adam. Future Processing Blog. Company Cloud Migration: Examples of Companies That Moved to the Cloud. Disponível em: <https://www.future-processing.com/blog/company-cloud-migration-companies-that-migrated-to-the-cloud/>.

MSys Technologies. 7 Ways How Cloud Computing Accelerates Digital Transformation Initiatives. Disponível em: <https://www.msystechnologies.com/blog/7-ways-how-cloud-computing-accelerates-digital-transformation-initiatives/>.

GIEMZO, Jayne. McKinsey & Company. How CIOs and CTOs Can Accelerate Digital Transformations Through Cloud Platforms. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/how-cios-and-ctos-can-accelerate-digital-transformations-through-cloud-platforms>.

JOSEPH, Emma. PixelCrayons Blog. Cloud Computing for Digital Transformation. Disponível em: <https://www.pixelcrayons.com/blog/digital-transformation/cloud-computing-for-digital-transformation/>.

LINTHICUM, David. InfoWorld. The Born in the Cloud Advantage Is Real but Not Absolute. Disponível em: <https://www.infoworld.com/article/3318197/the-born-in-the-cloud-advantage-is-real-but-not-absolute.html>.

REMY, Thomas. TechRadar. Lessons from Digital Natives Born in the Cloud. Disponível em: <https://www.techradar.com/news/lessons-from-digital-natives-born-in-the-cloud>.

Channel Insider. Born in the Cloud Guide: What It Means and How It Impacts Business. Disponível em: <https://www.channelinsider.com/news-and-trends/born-in-the-cloud-guide/>.

SmartData Collective. 7 Well-Known Companies That Have Moved to the Cloud. Disponível em: <https://www.smartdatacollective.com/7-well-known-companies-have-moved-cloud/>.

EWOLDT, Bob. Ntiva Blog. Cloud Migration: Why Companies Are Moving to the Cloud. Disponível em: <https://www.ntiva.com/blog/cloud-migration-why-companies-are-moving-to-the-cloud>.

Distillery Blog. Cloud Migration Case Studies: Real-World Examples. Disponível em: <https://distillery.com/blog/cloud-migration-case-studies/>.