



A UTILIZAÇÃO DA COMPUTAÇÃO EM NUVEM COMO AUXÍLIO À ESCALABILIDADE E DISPONIBILIDADE DE SERVIÇOS ONLINE

THE USE OF CLOUD COMPUTING AS AN AID TO SCALABILITY AND AVAILABILITY OF ONLINE SERVICES

EL USO DE LA COMPUTACIÓN EN NUBE COMO AYUDA A LA ESCALABILIDAD Y DISPONIBILIDAD DE LOS SERVICIOS EN LÍNEA

Marlon Tavares França^{1*}, Audrey Teles dos Santos², Igor Dias Costa de Jesus³, Samuel Molendolff Teixeira⁴, Wagner Azis Garcia de Araújo⁵, & Luan Diego de Lima Pereira⁶

^{1 2 3 4 5} Instituto Federal do Norte de Minas Gerais

⁶ Instituto Federal da Bahia

^{1*} marlontf@gmail.com ² audreytelesdossantos@gmail.com ³ diascostaigor@gmail.com ⁴ samuelmolendolff@hotmail.com
⁵ wagner.araujo@ifnmg.edu.br ⁶ luan.diego@ifba.edu.br

ARTIGO INFO.

Recebido: 14.03.2023

Aprovado: 10.04.2023

Disponibilizado: 17.05.2023

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia; serviços; escalabilidade; disponibilidade; containerização; computação em nuvem.

KEYWORDS: Technology; services; scalability; availability; containerization; cloud computing.

PALABRAS CLAVE: Tecnología; servicios; escalabilidad; disponibilidad; contenedorización; computación en nube.

*Autor Correspondente: França, M. T.

RESUMO

A computação em nuvem é um modelo computacional que tem se destacado nos últimos anos em virtude de sua capacidade de oferecer um serviço online de forma flexível e escalável. Diante disso, o artigo tem como objetivo conceituar a computação em nuvem e explorar seus benefícios, incluindo a escalabilidade e disponibilidade, de forma a manter a infraestrutura funcionando adequadamente, independente da quantidade de acessos simultâneos. Também serão abordadas suas limitações, como a problematização da segurança dos dados e a complexidade de integração em sistemas em produção. Por fim, serão analisados alguns serviços em nuvem e apresentados os respectivos resultados no que tange à proposta da pesquisa, a fim de contribuir no debate acerca da computação em nuvem, bem como das suas respectivas características, disponibilidade e escalabilidade.

ABSTRACT

Cloud computing is a computational model that has stood out in recent years due to its ability to offer an online service in a flexible and scalable way. In light of this, this article aims to conceptualize cloud computing and explore its benefits, including scalability and availability, in order to keep the infrastructure working properly, regardless of the

number of simultaneous accesses. Its limitations will also be addressed, such as the problem of data security and the complexity of integration into production systems. Finally, some cloud services will be analyzed and their respective results presented with respect to the research proposal, in order to contribute to the debate about cloud computing, as well as its respective characteristics, availability and scalability.

RESUMEN

La computación en nube es un modelo computacional que ha destacado en los últimos años por su capacidad de ofrecer un servicio online de forma flexible y escalable. A la luz de esto, el artículo pretende conceptualizar la computación en nube y explorar sus beneficios, incluyendo la escalabilidad y la disponibilidad, con el fin de mantener la infraestructura funcionando correctamente, independientemente del número de accesos simultáneos. También abordará sus limitaciones, como el problema de la seguridad de los datos y la complejidad de la integración en los sistemas de producción. Por último, se analizarán algunos servicios en nube y se presentarán los respectivos resultados en lo que respecta a la propuesta de investigación, con el fin de contribuir al debate sobre la computación en nube y sus respectivas características, disponibilidad y escalabilidad.



1. INTRODUÇÃO

Em certas épocas do ano, algumas empresas apresentam um aumento significativo no número de visitas em seus sites e aplicativos, o que, muitas vezes, as deixam despreparadas, causando lentidão nas operações e, até mesmo, queda completa dos serviços. Um exemplo comum é a queda de sites de vendas na época da *Black Friday* e a lentidão em sites quando há um grande fluxo de acessos simultâneos, como é o caso do Exame Nacional de Ensino Médio (ENEM).

De acordo com Monteiro (2011), Computação em Nuvem nada mais é que a junção de dois termos já muito conhecidos anteriormente: computação, que faz alusão não somente ao tratamento e armazenamento de dados, mas também da utilização de serviços, de *softwares* para manipulação desses, da nuvem – que está relacionada a uma grande rede de computadores de escala mundial: a internet.

Armbrust et al. (2010) afirma que existem dois tipos de nuvem: a pública e a privada. A nuvem pública é disponibilizada por empresas provedoras de serviços de nuvem e está disponível para qualquer pessoa que esteja disposta a pagar por sua utilização. Alguns exemplos de aplicações da nuvem pública incluem o armazenamento de arquivos online, como no Dropbox, e a utilização de plataformas de *software* como serviço, como o *Google Docs*.

Por outro lado, a nuvem privada é instalada diretamente dentro de uma empresa ou organização e pode ser utilizada apenas por ela. Algumas vantagens da nuvem privada incluem maior segurança e controle dos dados, além de maior flexibilidade para a customização dos serviços de acordo com as necessidades da empresa. No entanto, a nuvem privada também pode apresentar custos mais elevados para implementação e gerenciamento, pois a empresa precisa arcar com os custos de *hardware*, *software* e manutenção necessários.

Entre as aplicações da nuvem privada, destacam-se o armazenamento de dados confidenciais, como as informações financeiras e o uso de aplicações internas. A exemplo disso pode-se citar as plataformas de gerenciamento de projetos, que necessitam de acesso a dados internos para organizar as tarefas necessárias para a execução de um projeto da empresa.

Quando uma empresa decide criar um serviço online, os analistas de tecnologia da informação (TI) devem avaliar a viabilidade de adquirir uma estrutura privada ou utilizar uma pública. Essa escolha deve levar em consideração o padrão de uso do sistema e as exigências de equipamento. Se o sistema se mantém estável durante boa parte do ano e apenas em épocas específicas recebe uma sobrecarga de uso, não tendo muita interferência em sua utilização e não exigindo um equipamento muito robusto, uma estrutura privada pode ser a opção mais adequada. No entanto, se há oscilações frequentes de sobrecarga, a computação em nuvem pode ser a melhor escolha, justamente pela sua capacidade de fornecer recursos dinamicamente, pagando apenas quando eles forem utilizados.

Segundo Buyya (2011), existem recursos reservados e recursos sob demanda. No primeiro caso, em um cenário empresarial, os recursos são comprados antecipadamente e ficam à disposição da empresa, podendo ocasionalmente gerar um desperdício de dinheiro caso os



recursos não sejam totalmente utilizados. Já no segundo caso os recursos são disponibilizados dinamicamente de acordo com um conjunto de recursos computacionais (processador, memória, armazenamento) obtidos sob demanda, também conhecidos como *pools*, por um período de tempo e sem compromissos de longo prazo, sendo o pagamento realizado de acordo com o consumo de recursos, conhecido como *pay-as-you-go*.

A maneira como a programação e manutenção dos serviços são realizadas tem um impacto direto na disponibilidade desses. No entanto, o *hardware* e os serviços utilizados também podem ter um impacto significativo. Diante disso, o objetivo deste estudo é investigar soluções que possam evitar imprevistos e instabilidades nos sistemas, utilizando tecnologias que permitam atuar de forma dinâmica na sustentação de seu funcionamento, mantendo sua escalabilidade e alta disponibilidade, como *microservices* e *containers*.

2. COMPUTAÇÃO EM NUVEM

Segundo Armbrust et al. (2010), o termo computação em nuvem faz referência aos *hardwares* e *softwares* de sistemas que fornecem aplicativos como serviços pela internet. Esses serviços são conhecidos como *SaaS (Software as a Service)* traduzido como “software como serviço”, apesar de algumas empresas os apresentarem como *IaaS (Infrastructure as a Service)* traduzido como “infraestrutura como serviço” e *PaaS (Platform as a Service)* traduzido como “plataforma como serviço”.

Para Carissimi (2015) a computação em nuvem possui dois principais conceitos: a implantação da computação como um serviço público e a virtualização de *hardware*, ambientes de desenvolvimento e execução de serviços. Além disso, o autor destaca que a computação em nuvem é um modelo de negócio onde o usuário paga apenas pelo que consome de recursos e o provedor do serviço mantém uma infraestrutura física que é compartilhada entre diferentes usuários.

De acordo com Badger, Grance, Patt-Corner e Voas (2012), a computação em nuvem como um modelo que permite o acesso, sob demanda, para uma rede compartilhada de recursos de computação configuráveis de forma rápida e com esforço mínimo de gerenciamento. Esses autores enfatizam que, ao contrário do que é sugerido por outros autores, nem sempre a computação em nuvem tem relação apenas com o retorno financeiro, mas também, com as questões de desempenho de disponibilidade.

Segundo o *International Data Group (IDG)* (2022), 69% das organizações aceleraram sua migração para a nuvem nos últimos 12 meses, e a porcentagem de empresas com a maioria ou toda a infraestrutura de TI na nuvem deve saltar de 41% hoje para 63% nos próximos 18 meses. Nesse contexto, segundo Veras (2015) o uso dessa tecnologia se mostra eficiente para tornar os recursos mais econômicos financeiramente, onde o usuário paga apenas pelo que utiliza. Com isso, a computação em nuvem pode ser vista como fornecedora de aplicativos como serviços pela internet, sendo que esses podem ter várias arquiteturas e tipos, visando à economia de recursos financeiros, como também de *hardware* para uma empresa.



3. DISPONIBILIDADE E ESCALABILIDADE

A disponibilidade dos recursos, segundo Pereira et al. (2011), agrega diversas vantagens tanto para a organização, quanto para os usuários, pois deixariam de existir as preocupações complexas com relação às instalações e manutenções das infraestruturas, sendo essa escalabilidade de responsabilidade exclusiva dos provedores de serviços, possibilitando uma atenção mais abrangente nas regras de negócios pertinentes ao projeto.

Para a *IBM Cloud - International Business Machines Corporation* (2021), muitos eventos podem afetar a disponibilidade do servidor, sendo essas falhas de *hardware*, erros de *software* e até mesmo uma manutenção que pode não ter sido realizada conforme o planejado. Sendo assim, preocupações com problemáticas como essas deixam de ser do cliente para serem do provedor, daí a importância dessas empresas serem de confiança para manter a infraestrutura e os *softwares* em funcionamento e, conseqüentemente, uma boa disponibilidade.

Segundo a *Oracle* (2020), a alta disponibilidade de uma arquitetura requer a implementação de redundância, monitoramento e *failover*, sendo esses os principais elementos. A redundância envolve a criação de vários componentes capazes de realizar a mesma tarefa, de modo que um componente possa assumir o papel de outro caso esse falhe. O monitoramento, por sua vez, é responsável por avaliar o desempenho adequado de cada componente individualmente. Finalmente, o *failover* ocorre quando um componente secundário assume o papel de componente principal após uma falha. Sendo assim, o foco na parte de infraestrutura é evidente, tendo sua base na análise dos equipamentos de *hardware* como principal ponto de atenção.

Já que os fornecedores necessitam, na maioria das vezes, consumir recursos a todo o momento dos provedores, a disponibilidade se torna uma grande preocupação. Como o conceito de computação em nuvem parte da ideia de entregar serviços por meio da internet, espera-se que esses estejam sempre funcionando (Arruda, 2016).

Segundo Schwartz et al. (2012), escalabilidade trata-se de uma aquisição de recursos através de investimentos à medida que os mesmos são necessários para lidar com a carga e capacidade exigidas pelo serviço, garantindo um serviço de qualidade com o menor custo possível.

Escalabilidade é a capacidade do sistema de expandir sem perder desempenho. Em outras palavras, o sistema pode se ajustar conforme a demanda, podendo aumentar ou diminuir sua capacidade computacional caso a infraestrutura não consiga desempenhar normalmente (De Paula & Dian, 2021).

A disponibilidade e a escalabilidade são dois fatores importantes a se considerar no momento da escolha de um serviço em nuvem para o fornecimento de dados e aplicações. É importante escolher um provedor confiável e implementar medidas de proteção contra falhas, além de aproveitar a flexibilidade e economia de custos oferecidas pela escalabilidade na nuvem.



Uma maneira de manter um serviço estável, confiável e evitar incompatibilidade entre diferentes *hardwares* é encapsulando-o em um container. Um container é um agrupamento de códigos e todas as dependências necessárias para sua execução, sendo leve, autônomo e executável (Docker, 2022).

4. TECNOLOGIAS E FERRAMENTAS DISPONÍVEIS

Cloud computing é uma tecnologia que tem sido amplamente utilizada nos últimos anos devido às vantagens que oferece, como flexibilidade, escalabilidade e economia de custos. O trabalho de Endo, Gonçalves, Kelner, & Sadok (2010) é um exemplo de que maneira essas pesquisas são importantes para compreender melhor as ferramentas de *cloud computing*. Os autores Thomé, Hentges, & Griebler (2013) fizeram uma análise comparativa de sete plataformas diferentes, incluindo *Xen*, *Nimbus*, *OpenNebula*, *Eucalyptus*, *TPlatform*, *Apache* e *Enomaly*. Através da análise da Tabela 1, é possível identificar as principais características de cada plataforma de serviços em nuvem. Com base nisso, conclui-se que há uma necessidade de padronização entre essas plataformas, uma vez que apresentam modelos de serviço distintos.

Tabela 1. Características fundamentais dos serviços em nuvem

Ferramenta	Interface	Gerenciamento de Energia	Balanciamento de carga	Rede	Armazenamento	Monitoramento	Integração	Virtualização	Segurança
Eucalyptus	SSH e WEB	Possui	Elastic Load Balancer	Bridge e VLAN	AoE, iSCSI e NFS	Nagios	EC2, EBS, AMI, S3, IAM	Xen, KVM e Vmware ESXi	Autenticação, CUG e Active Directory
OpenNebula	SSH e WEB (Sustone GUI)	CLUES	Possui	Bridge, VLAN e Open Vswitch	NFS, iSCSI, LVM	OpenNebula Sunstone	EC2	Xen, KVM e Vmware	Autenticação e CUG
OpenStack	SSH e WEB (Horizon)	Power Management	Quantum Network Load Balancing	VLAN e Open Vswitch	AoE, iSCSI e NFS	OpenStack Clavi	EC2 e S3	XenServer, KVM e Hyper V	Keystone, LDAP, e métodos externos
Cloud Stack	SSH e WEB	Possui	Citrix NetScaler	VLAN	iSCSI e NFS	Traffic Sentinel	CloudBridge e EC2	Xen, KVM e Vmware ESXi	Autenticação e CUG
OpenQRM	SSH e WEB	Possui	Possui	Bridge e VLAN	NFS, iSCSI, AoE e LVM	openqrm-monitor	UEC, EC2 e Eucalyptus	Vmware ESX, Xen, KVM e XenServer	Autenticação, CUG e LDAP
UEC	SSH e WEB	UEC Power Management	Não Possui Possui	Bridge e VLAN	iSCSI e AoE	UEC Monitor	EC2	KVM	Autenticação e CUG
Abiquo	SSH e WEB	Não Possui Possui	Possui	VLAN	NFS, iSCSI, LVM	Abiquo Monitor	Cisco UCS	Vmware ESXi, Hyper-V, XenServer, Xen, KVM	Autenticação, CUG e LDAP
Convirt	SSH e WEB	Não Possui Possui	Não Possui Possui	VLAN	NFS, iSCSI e LVM	Convirt Monitor	EC2	Xen e KVM	Não Possui
Nimbus	SSH e WEB	Possui	Não Possui	VLAN	AOE, iSCSI e NFS	Nagios	EC2, S3, Cumulus	Xen e KVM	Autenticação e CUG
Apache VCL	SSH e WEB	Possui	Não Possui	VLAN	iSCSI	Não Possui	Não Possui	Vmware, KVM	Autenticação LDAP

Fonte: Adaptado de (Thomé, Hentges, & Griebler, 2013)

Outra pesquisa relevante é a realizada por Khurshid, Al-nayeem e Gupta (2009). Nesse trabalho, os autores avaliaram o desempenho do *Open Cirrus* em relação aos sistemas *PlanetLab* e *EmuLab*. Os resultados mostraram que as distâncias têm um impacto negativo no desempenho da computação em nuvem, o que é importante levar em consideração ao se utilizar essa tecnologia.

Machado (2011) realizou testes comparativos entre as ferramentas *OpenQRM* e *Eucalyptus* em um cenário controlado, utilizando seis computadores com o sistema operacional *Ubuntu-10.04*. Os resultados apontaram a superioridade do *OpenQRM* para essa situação específica.



Esses trabalhos demonstraram a importância de pesquisas sobre ferramentas de *cloud computing* e a necessidade de avaliar o desempenho e as características dessas ferramentas para atender às demandas do mercado.

Segundo Veritas (2022), empresa de gerenciamento de dados *multinuvem*, o termo containerização se tornou muito popular na área de computação em nuvem. A utilização de MVs (Máquinas virtuais), o processo mais comum no início das migrações para a nuvem, pode gerar inconsistência de ambiente, dependência de SO (Sistema Operacional), incapacidade de fornecer um isolamento acima do nível do sistema operacional, entre outros problemas. Já a containerização permite que um sistema execute de modo isolado e em espaços do usuário, encapsulado com tudo que precisa para sua execução (bibliotecas, dependências, etc.), permitindo migrar entre infraestruturas sem a necessidade de uma reprogramação. Nesse âmbito, sendo mais eficiente do que a virtualização, a containerização tem se tornado uma evolução natural.

De acordo com a Equipe *IBM Cloud* (2022), quando falamos em tecnologias encapsuladas em container, há dois nomes que surgem como líderes: *Docker* e *Kubernetes*. A ferramenta mais popular atualmente para a criação de containers é o *Docker*, um kit de ferramentas que facilita a implantação de containers, garantindo sua rapidez e segurança. Já o *Kubernetes* é uma ferramenta robusta para orquestração de containers, permitindo agendar, automatizar a implantação e dimensionar uma grande quantidade de aplicativos em containers.

Quando se trata de manipulação de recursos *IaC* (*Infrastructure as Code* - Infraestrutura como código), o *Terraform* cumpre bem a função. A Hashicorp (s.d.), empresa criadora do *Terraform*, explica que a ferramenta permite criar versões de arquivos de configuração que podem ser compartilhados e reutilizados. Essas configurações irão gerenciar a infraestrutura como um todo, durante todo o seu ciclo de vida, tanto em baixo nível (armazenamento de recursos de rede, computação) como em alto nível (Sistema de nome do domínio e recursos de *softwares* como serviço). Ele funciona gerando um plano de execução que descreve as mudanças necessárias para atingir o estado desejado da infraestrutura, e então aplica essas mudanças de forma ordenada e consistente. Isso permite que a infraestrutura seja tratada como código, com as mesmas vantagens de controle de versão e colaboração que o desenvolvimento de *software*.

5. PRÓS E CONTRAS DA COMPUTAÇÃO EM NUVEM

Para o *Google Cloud* (s.d.) alguns dos benefícios da computação em nuvem incluem a escalabilidade e flexibilidade, segurança avançada e a prevenção de perda de dados. Nesse sentido, clientes que utilizam a nuvem, na maioria das vezes com o uso de plataformas confiáveis, têm seus dados protegidos e com o mínimo de possibilidade de perdas, além de poderem se adaptar às demandas de uso.

De acordo com Silva (2019), a escalabilidade é considerada um dos principais benefícios da computação em nuvem, sendo um fator decisivo na escolha dessa tecnologia como ambiente



de provisionamento de dados e aplicações. No entanto, a oferta de serviços escaláveis pode ser desafiadora, uma vez que exige uma infraestrutura flexível e uma arquitetura de *software* bem projetada para suportar a crescente demanda dos usuários. Nesse sentido, é importante que as empresas avaliem suas necessidades e objetivos antes de adotar a computação em nuvem, a fim de garantir que as soluções escolhidas estejam alinhadas com suas estratégias de negócios e ofereçam a melhor relação custo-benefício possível. Conforme mencionado anteriormente, Silva (2019) também destaca que o uso da nuvem pode trazer outros benefícios, como a recuperação de dados, dependendo do modelo de negócios, a implantação e os serviços utilizados.

De acordo com a *Microsoft Azure* (s.d.), a migração para a nuvem ainda pode ser um desafio, incluindo a necessidade de um planejamento, que deve ser extensivo e bem elaborado, visando evitar quaisquer imprevistos e custos, que por mais que o uso da computação em nuvem reduza os gastos, ainda é necessário um investimento para a migração.

Segundo o *Google Cloud* (s.d.), alguns obstáculos também podem ser encontrados durante o uso de sistemas em nuvem, incluindo a complexidade de integração com sistemas já existentes, quanto às preocupações de segurança como privacidade e ameaças *online*. Com isso, embora a plataforma de nuvem possa ser segura, é mister estar atento conforme as aplicações são implementadas para que não haja falhas em relação aos dados disponibilizados. Afinal, basta o usuário não cometer erros na implementação de seus serviços que, possivelmente, os dados estarão em segurança.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o uso de servidores físicos, normalmente não há uma carga uniforme de utilização, causando na maior parte do tempo uma subutilização ou sobrecarga do *hardware*. Com isso, em situações na qual houver grande número de acessos simultâneos ao servidor físico, o mesmo possui uma determinada quantia de poder computacional e está limitado a esse valor, visto que se ultrapassado haverá instabilidades.

Todavia, com a utilização de serviços em nuvem a quantidade de recursos a ser utilizada pode ser definida por demanda, levando em consideração o uso da ferramenta *Terraform* para construir, alterar e criar versões de infraestrutura, solicitando apenas os recursos necessários durante determinado período de uso e evitando o gasto com alta quantidade de recursos em momentos de baixo uso. No fim apenas é pago o que foi utilizado, sem gastos extras e sem preocupações com gastos com energia elétrica para manter esses recursos.

A partir da combinação bem estruturada dos *Kubernetes* e *Terraform*, os desperdícios de recursos serão minimizados, uma vez que neles os recursos serão utilizados sob demanda e, portanto, o sistema se torna autoescalável, alocando os recursos apenas quando necessários: os *Kubernetes* orquestrando os nós do sistema e o *Terraform* gerenciando o consumo de recursos, instanciando novos containers à medida que forem necessários.



Devido a essa característica, o sistema torna-se mais confiável em cenários de alta demanda, pois, mesmo quando os acessos aumentam muito, o sistema continua funcionando. Da mesma forma, caso ocorra algum problema e ele caia, automaticamente subirá outro no lugar e voltará a funcionar sem intervenção humana.

Torna-se evidente, portanto, que a adoção da computação em nuvem é uma solução viável para as necessidades de armazenamento e processamento de dados dos usuários. Visto que o provedor do serviço fornece todos os recursos de infraestrutura, permitindo que o usuário se concentre nas questões estratégicas e operacionais, sem se preocupar com as questões de recursos e equipamentos físicos.

No entanto, é fundamental ressaltar que a segurança dos dados na nuvem é uma responsabilidade compartilhada entre o fornecedor dos serviços e o cliente, e varia de acordo com o modelo adotado ao provisionar recursos na nuvem. Desse modo, é necessário adotar medidas de segurança adequadas para garantir a proteção dos dados armazenados. Entre as principais medidas de segurança recomendadas estão a implementação de criptografia para proteger dados sensíveis e o uso de *firewalls* e outras soluções de segurança para proteger a infraestrutura.

É importante ressaltar que a segurança dos dados é um aspecto crítico quando se trata da computação em nuvem e a falta de cuidado adequado pode levar a riscos de segurança cibernética, tais como vazamento de informações confidenciais. Nesse sentido, é crucial que o proprietário do serviço reforça a segurança e esteja atento às legislações locais para evitar violação das leis e garantir a segurança do servidor e dos usuários finais.

Com base nos resultados discutidos, podemos afirmar que a combinação dos serviços em nuvem com o gerenciamento de containers traz inúmeras vantagens para a gestão de recursos e a escalabilidade do sistema. Além disso, a atualização dos serviços em tempo real é facilitada pela execução simultânea de vários containers de cada *pod*, permitindo que as atualizações sejam feitas gradativamente, mantendo o sistema online durante todo o processo.

Em resumo, a combinação da computação em nuvem com o gerenciamento de containers utilizando *Kubernetes* e *Terraform* é uma solução eficiente e escalável para a gestão de recursos de infraestrutura, desde que medidas adequadas de segurança sejam adotadas para garantir a proteção dos dados.

7. REFERÊNCIAS

Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R., Konwinski, A., ... & Zaharia, M. (2010). A view of cloud computing. *Communications of the ACM*, 53(4), 50-58. Recuperado de <https://doi.org/10.1145/1721654.1721672>

Badger, L., Grance, T., Patt-Corner, R., & Voas, J. (2012). Cloud computing synopsis and recommendations. *National Institute of Standards and Technology Special Publication*, 800(146). Recuperado de

<https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistpecialpublication800-146.pdf>

Buyya, R., Broberg, J., & Goscinski, A. M. (Eds.). (2010). *Cloud computing: Principles and paradigms* (Vol. 87). John Wiley & Sons.

Carissimi, A. (2015). *Desmistificando a computação em nuvem*. Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/301298378_Desmistificando_a_Computacao_em_Nuvem



Citação (APA): França, M. T., Santos, A. T., Jesus, I. D. C., Teixeira, S. M., Araújo, W. A. G., & Pereira, L. D. L. (2023). A utilização da computação em nuvem como auxílio na escalabilidade e disponibilidade de serviços *online*. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 9(2), 79-87.

- De Paula, L., & Dian, M. de O. (2021). Computação em nuvem: os desafios das empresas ao migrar para a nuvem. *Interface Tecnológica*, 18(2), 304-315. Recuperado de <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1304/689>
- Endo, P. T., Gonçalves, G. E., Kelner, J., & Sadok, D. (2010). A survey on open-source cloud computing solutions. In *VIII Workshop em Clouds, Grids e Aplicações*. Recife, PE, Brasil. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/228719828_A_Survey_on_Open-source_Cloud_Computing_Solutions
- Thomé, B., Hentges, E., & Griebler, D. (2013). Computação em Nuvem: Análise Comparativa de Ferramentas Open Source para IaaS. In 11th Escola Regional de Redes de Computadores (ERRC), page 4, Porto Alegre, RS, Brasil. *Sociedade Brasileira de Computação*. Recuperado de https://gmap.pucrs.br/dalvan/papers/2013/CR_ERC_2013.pdf
- Google Cloud. (n.d.). *Advantages of cloud computing*. Recuperado de <https://cloud.google.com/learn/advantages-of-cloud-computing>
- HashiCorp. (n.d.). *What is Terraform?* Recuperado de <https://developer.hashicorp.com/terraform/intro>
- IBM Cloud Docs. (2021). Recuperado de <https://cloud.ibm.com/docs/bare-metal?topic=bare-metal-ha-dr locale=pt-BR>
- IBM. Kubernetes vs. Docker: Why not both? (2022). *IBM Cloud Blog*. Recuperado de <https://www.ibm.com/cloud/blog/kubernetes-vs-docker>
- IDG. (2022). 2022. *Cloud Computing Executive Summary*. Foundry. Recuperado de <https://resources.foundryco.com/download/cloud-computing-executive-summary>
- Microsoft Azure. (n.d.). *Benefícios da Migração na Nuvem*. Recuperado de <https://azure.microsoft.com/pt-br/resources/cloud-computing-dictionary/benefits-of-cloud-migration/>
- Monteiro, T. S. (2011). *Computação em nuvem, uma análise das abordagens arquiteturais atuais* (Master's thesis). Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte.
- Oracle. Learn about high availability in the cloud. (n.d.). Recuperado de <https://docs.oracle.com/pt-br/solutions/design-ha/index.html>
- Schwartz, B., Zaitsev, P., & Tkachenko, V. (2012). *High performance MySQL: Optimization, backups, and replication* (3rd ed.). O'Reilly Media.
- Veras, M. (2015). *Cloud Computing: nova Arquitetura da TI*. Rio de Janeiro: Brasport.
- Veritas Technologies LLC. (n.d.). *O que é containerização? Quais são os benefícios?* Recuperado de <https://www.veritas.com/pt/br/information-center/containerization>

