

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE UMA INFRAESTRUTURA DEFINIDA POR SOFTWARE NO INSTITUTO POLITÉCNICO DE GESTÃO, LOGÍSTICA E TRANSPORTE

PROPOSAL OF IMPLEMENTATION OF A SOFTWARE-DEFINED INFRASTRUCTURE AT THE POLYTECHNIC INSTITUTE OF MANAGEMENT, LOGISTICS AND TRANSPORT

Josefa Lopes José Garcia

Universidade de Luanda – IPGEST, Angola

josefagarcia1129@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-3142-8037>

João Miguel José da Silva

Universidade de Luanda-IPGEST, Angola

Joaomiguelsilvadi@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-9936-9862>

Arnaldo Faustino

Universidade Óscar Ribas, Angola

arnaldofaustino19@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3197-5348>

RESUMO

O desenvolvimento tecnológico na actualidade, tem sido um componente muito importante. **Propósito:** Propor uma infraestrutura de tecnologias de informação (TI) definida por software para o Instituto Politécnico de Gestão, Logística e Transporte (IPGEST), cuja rede assenta maioritariamente em máquinas físicas, com limitações de escalabilidade, desempenho e segurança, **Metodologia:** Estudo aplicado, de abordagem qualitativa, que combinou pesquisa bibliográfica, entrevista e formulário dirigidos a técnicos de TI e administrativos, para diagnóstico da infraestrutura atual, e uma prova de conceito experimental com a plataforma OpenNebula 6.8.0, o hipervisor KVM e o sistema operativo Ubuntu Server 22.04 LTS, em ambiente laboratorial composto por um servidor de gestão (front-end) e um nó de virtualização. **Resultados:** Implementou-se uma nuvem privada no modelo de infraestrutura como serviço (IaaS), que permitiu aceder ao portal de gestão Sunstone, criar máquinas virtuais a partir de modelos, configurar redes virtuais e aplicar grupos de segurança, sem erros de configuração.

Implicações: A virtualização e a orquestração com ferramentas de código aberto constituem uma alternativa viável para instituições de ensino superior com restrições financeiras, ao favorecerem a gestão centralizada e a escalabilidade dos recursos. **Originalidade:** O estudo documenta uma prova de conceito contextualizada no ensino superior angolano, identificando os passos e os requisitos mínimos para a adoção de uma nuvem privada IaaS com tecnologias de código aberto. O propósito desta nuvem privada servirá como auxílio para as empresas, de maneiras que sejam capazes de responder os problemas ligados a escalabilidade, elasticidade e disponibilidade de serviços, aumentando a sua produtividade.

Palavra chaves: Computação em nuvem; Virtualização; IaaS; OpenNebula; KVM.

ABSTRACT

Technological development today has been a very important component. **Purpose:** To propose a software-defined information technology (IT) infrastructure for the Polytechnic Institute of Management, Logistics and Transport (IPGEST), whose network relies mostly on physical machines, with limitations in scalability, performance and security in order to optimise and make available the IT resources to support the workloads that services require. **Methodology:** An applied study with a qualitative approach, combining a literature review, an interview and a questionnaire addressed to IT and administrative staff to diagnose the current infrastructure, and an experimental proof of concept using the OpenNebula 6.8.0 platform, the KVM hypervisor and the Ubuntu Server 22.04 LTS operating system, in a laboratory environment consisting of a management server (front-end) and a virtualisation node. **Findings:** A private cloud based on the infrastructure as a service (IaaS) model was implemented, enabling access to the Sunstone management portal, the creation of virtual machines from templates, the configuration of virtual networks and the application of security groups, without configuration errors. **Implications:** Virtualisation and orchestration with open-source tools are a viable alternative for higher education institutions facing financial constraints, as they support centralised management and resource scalability. **Originality:** The study documents a proof of concept set in Angolan higher education, identifying the steps and minimum requirements for adopting an IaaS private cloud with open-source technologies. The purpose of this private cloud will help companies respond to problems related to scalability, elasticity, and service availability, increasing their productivity.

Keywords: Cloud computing; Virtualisation; IaaS; OpenNebula; KVM.

1. INTRODUÇÃO

No desenvolvimento das suas actividades, o ser humano tem recorrido, de forma crescente, a ferramentas e soluções tecnológicas que permitem aumentar a produtividade, melhorar a eficiência operacional, reforçar a segurança e elevar a competitividade das organizações. Neste contexto, as Tecnologias de Informação (TI), particularmente as infra-estruturas tecnológicas que suportam o processamento, o armazenamento, a gestão e a partilha de dados, assumem um papel estratégico no funcionamento das instituições e na optimização dos seus processos organizacionais (Taurion, 2009).

O Instituto Politécnico de Gestão, Logística e Transporte (IPGEST) enfrenta desafios relacionados com a segurança e a disponibilidade dos dados, a morosidade no atendimento aos estudantes durante a consulta das classificações académicas e as dificuldades dos docentes no registo e lançamento das notas. Estas limitações evidenciam a necessidade de melhorar a capacidade de resposta dos sistemas de informação, de modo a tornar os serviços académicos mais eficientes, fiáveis e acessíveis.

A análise preliminar da infra-estrutura tecnológica do Instituto indica uma dependência significativa de servidores e outros equipamentos físicos, situação que poderá condicionar a escalabilidade dos serviços, dificultar a gestão dos recursos computacionais e aumentar os custos de aquisição, manutenção e actualização do hardware. Acresce a necessidade de disponibilizar ou optimizar serviços e aplicações que permitam melhorar o desempenho da rede, reforçar a protecção dos dados e facilitar o acesso dos utilizadores aos sistemas institucionais.

Neste contexto, a computação em nuvem (*cloud computing*) e a virtualização apresentam-se como abordagens tecnológicas com potencial para optimizar a utilização dos recursos computacionais, promover a consolidação de servidores, facilitar a disponibilização de serviços e proporcionar maior flexibilidade na gestão da infra-estrutura tecnológica. Segundo Mell e Grance (2011), a computação em nuvem caracteriza-se, entre outros aspectos, pela disponibilização de recursos computacionais partilhados, configuráveis e acessíveis a pedido, enquanto a virtualização permite abstrair os recursos físicos e executar múltiplos ambientes computacionais sobre uma mesma infra-estrutura, quando adequadamente dimensionada e gerida.

A adopção destas tecnologias, contudo, exige uma análise das necessidades institucionais, dos recursos disponíveis, dos requisitos de segurança, dos custos de implementação e manutenção, bem como das condições de continuidade e recuperação dos serviços. Por conseguinte, a sua implementação deverá

ser precedida de uma avaliação técnica que permita determinar a solução mais adequada à realidade do IPGEST.

Deste modo, coloca-se a seguinte pergunta de partida:

Como pode a computação em nuvem, associada à virtualização, contribuir para a concepção de uma infraestrutura de Tecnologias de Informação escalável, flexível, segura e eficiente, capaz de melhorar o desempenho da rede e a prestação dos serviços académicos no Instituto Politécnico de Gestão, Logística e Transporte (IPGEST)?

O objetivo geral do estudo consiste na criação de uma nuvem privada que ofereça uma infraestrutura como serviço (IaaS) ao IPGEST. Como objetivos específicos, pretende-se: (i) caracterizar os tipos de virtualização; (ii) descrever o acordo de nível de serviço (SLA) no contexto da computação em nuvem; (iii) aplicar o modelo de serviço IaaS da computação em nuvem; e (iv) demonstrar o funcionamento da nuvem privada criada.

1.1 Infraestrutura tecnológica e virtualização

A popularização da virtualização nos últimos anos revolucionou a forma como as organizações gerem as suas infraestruturas de TI. Uma infraestrutura de TI corresponde a um conjunto de componentes de hardware e software interligados.

A virtualização assenta nas técnicas de multiprogramação e multitarefa (comutação de contextos), com o objetivo de evitar tempos inativos do processador por si só um elemento muito rápido —, atribuindo-lhe tarefas a cada instante e criando a ilusão de que realiza várias atividades em simultâneo (Faustino et al., 2019). Os recursos do computador, como a memória e o acesso aos periféricos, são agrupados e isolados com recurso a técnicas como chroot, cgroups, seccomp e namespaces, formando unidades lógicas semelhantes a computadores separados, aos quais se pode atribuir a execução independente de tarefas.

Distinguem-se habitualmente vários tipos de virtualização: a virtualização total, em que o hipervisor emula integralmente o hardware e o sistema convidado é executado sem modificações; a paravirtualização, em que o sistema convidado é adaptado para comunicar diretamente com o hipervisor; a virtualização assistida por hardware, que recorre às extensões dos processadores (Intel VT-x e AMD-V); e a virtualização ao nível do sistema operativo, ou contentores, em que as instâncias partilham o mesmo

núcleo e são isoladas pelos mecanismos acima referidos. O KVM (Kernel-based Virtual Machine) enquadra-se na virtualização assistida por hardware: integrado no núcleo Linux, transforma-o num hipervisor capaz de executar máquinas virtuais com sistemas operativos não modificados (Kivity et al., 2007).

1.2 Computação em nuvem

Segundo o National Institute of Standards and Technology (NIST), a computação em nuvem é um modelo que permite o acesso ubíquo, conveniente e a pedido, através da rede, a um conjunto partilhado de recursos computacionais configuráveis — redes, servidores, armazenamento, aplicações e serviços — que podem ser rapidamente aprovisionados e libertados com um esforço mínimo de gestão (Mell & Grance, 2011).

A nuvem é uma representação da Internet ou da infraestrutura de comunicação entre componentes arquiteturais, baseada numa abstração que oculta a complexidade da infraestrutura. Cada parte desta infraestrutura é disponibilizada como um serviço, e estes serviços são normalmente alojados em centros de dados, utilizando hardware partilhado para computação e armazenamento (Borges et al., 2011).

Franke (2010) considera que a computação em nuvem se afirmou como uma importante plataforma tecnológica, suscitando oportunidades de investigação e de aplicação em diferentes contextos organizacionais, mas também desafios relacionados com a sua implementação, gestão e segurança. A disponibilização de recursos computacionais através deste modelo permite às organizações reduzir a necessidade de adquirir e manter determinados equipamentos e sistemas localmente, transferindo parte das responsabilidades de gestão da infra-estrutura para os fornecedores de serviços. Deste modo, as instituições podem concentrar uma maior parcela dos seus recursos humanos, técnicos e financeiros nas actividades essenciais à prossecução dos seus objectivos institucionais.

Segundo Furnell e Warren (2018), a capacidade de disponibilizar recursos computacionais de forma flexível e escalável representa uma transformação significativa na gestão das infra-estruturas de Tecnologias de Informação (TI). A possibilidade de ajustar os recursos às necessidades efectivas dos utilizadores contribui para melhorar a flexibilidade operacional e poderá reduzir o custo total de propriedade e exploração dos sistemas, sobretudo quando o modelo de contratação, o consumo de recursos e os custos de manutenção são adequadamente geridos. Contudo, estes benefícios não são

automáticos, dependendo de factores como a arquitectura adoptada, os requisitos de segurança, a disponibilidade dos serviços, a conectividade e a capacidade técnica da organização.

No contexto do Instituto Politécnico de Gestão, Logística e Transporte (IPGEST), a computação em nuvem poderá constituir uma alternativa para otimizar a utilização dos recursos computacionais, melhorar a disponibilidade das aplicações académicas e facilitar a expansão dos serviços tecnológicos. A sua adopção deverá, todavia, ser precedida de uma análise das necessidades institucionais, dos custos envolvidos, dos requisitos de protecção dos dados e das condições de continuidade operacional.

1.3 Modelos de implantação da computação em nuvem

A computação em nuvem pode ser organizada segundo diferentes modelos de implantação, cuja escolha depende das necessidades da organização, dos requisitos de segurança, do nível de controlo pretendido e dos recursos disponíveis. De acordo com a classificação apresentada pelo National Institute of Standards and Technology (NIST), os principais modelos são a nuvem privada, a nuvem pública, a nuvem comunitária e a nuvem híbrida.

Nuvm privada: corresponde a uma infra-estrutura de computação em nuvem destinada ao uso exclusivo de uma única organização. Pode ser gerida pela própria instituição, por terceiros ou por uma combinação de ambos, e a infra-estrutura pode estar localizada nas instalações da organização ou noutro local. Este modelo permite um maior controlo sobre os recursos, as configurações e as políticas de segurança, embora possa exigir investimentos significativos em equipamentos, software, manutenção e pessoal especializado.

Nuvm pública: caracteriza-se pela disponibilização de recursos computacionais a vários clientes através de um fornecedor de serviços. A infra-estrutura é concebida para utilização por múltiplos clientes, que partilham os recursos subjacentes segundo mecanismos de isolamento lógico e controlo de acesso. Este modelo pode reduzir a necessidade de investimentos iniciais em equipamentos próprios e facilitar o acesso a recursos escaláveis, embora exija uma avaliação criteriosa dos custos recorrentes, da localização e protecção dos dados e das condições contratuais do serviço.

Nuvm comunitária: é uma infra-estrutura concebida para utilização exclusiva por uma comunidade de organizações que partilham interesses, requisitos de segurança, políticas de conformidade ou objectivos comuns. A sua gestão pode ser assegurada por uma ou mais organizações participantes, por terceiros

ou por uma combinação destas entidades. Este modelo poderá ser pertinente quando várias instituições pretendem partilhar recursos tecnológicos e custos, mantendo requisitos comuns de governação e protecção da informação.

Nuvem híbrida: resulta da combinação de duas ou mais infra-estruturas de nuvem distintas privadas, públicas ou comunitárias que permanecem entidades separadas, mas estão interligadas por tecnologias que permitem a portabilidade de dados e aplicações. Esta configuração possibilita distribuir os serviços de acordo com os requisitos de desempenho, segurança, custo e disponibilidade. Por exemplo, uma instituição de Ensino Superior poderá manter determinados dados e sistemas sensíveis numa nuvem privada e recorrer a serviços de nuvem pública para aplicações que exijam maior capacidade de processamento ou armazenamento.

A distinção entre estes modelos é fundamental para a concepção de uma infra-estrutura tecnológica adequada às necessidades institucionais. A escolha não deverá basear-se exclusivamente na redução de custos, mas também na capacidade de assegurar a confidencialidade, a integridade e a disponibilidade dos dados, a continuidade dos serviços, a escalabilidade dos recursos e a conformidade com as normas aplicáveis.

No caso do IPGEST, a selecção do modelo de implantação e o modelo de serviço deverá resultar de uma análise comparativa das alternativas disponíveis, considerando a infra-estrutura existente, os recursos financeiros, as competências técnicas, os requisitos de segurança e as necessidades dos estudantes, docentes e funcionários. Esta análise permitirá fundamentar a opção por uma nuvem privada, pública, híbrida ou comunitária, em função da solução que melhor responda aos objectivos institucionais.

1.4 Modelos de serviço e acordo de nível de serviço

Os serviços fornecidos pela nuvem podem ser entregues aos utilizadores em diferentes formatos. Segundo Verderami (2013), quando se disponibilizam máquinas virtuais, redes ou capacidade de armazenamento, fala-se de infraestrutura como serviço (IaaS). A responsabilidade pelo aprovisionamento e pela gestão desta infraestrutura é do fornecedor, cabendo ao cliente instalar as suas plataformas de desenvolvimento e criar os programas finais, cuja gestão e segurança ficam a seu cargo (Baliga et al., 2008).

Conforme Sobragi (2012), quando se colocam à disposição plataformas para o desenvolvimento, fala-se de plataforma como serviço (PaaS): a instalação e a segurança da plataforma são da responsabilidade do fornecedor, ficando o utilizador responsável pela gestão e segurança do programa final. Finalmente, quando o produto entregue é o próprio software, trata-se de software como serviço (SaaS).

Neste sentido, Furnell e Warren (2018) afirmam que os sistemas de gestão controlam e otimizam o uso dos recursos através de medições que consideram cada tipo de serviço prestado. Esta monitorização confere transparência tanto ao fornecedor como ao cliente, sendo normalmente utilizados acordos de nível de serviço (Service Level Agreement — SLA), cuja função é definir os níveis de disponibilidade, funcionalidade, desempenho e outros atributos dos serviços, incluindo penalidades em caso de violação das regras por qualquer das partes. O SLA em nuvem é importante sobretudo pelos seguintes aspetos:

- **Segurança e transparência:** um SLA bem definido dá ao cliente a garantia de que o serviço será prestado conforme acordado, criando confiança entre as partes;
- **Alinhamento de expectativas:** ao estabelecer expectativas claras, o SLA ajuda a evitar surpresas e mantém as partes em sintonia;
- **Gestão de risco:** o cliente sabe exatamente o que esperar e pode gerir melhor os riscos associados à utilização da nuvem.

Como indicam Borges et al. (2008), para fornecer recursos aos clientes, os fornecedores criam serviços aos quais se aplica uma modalidade de negócio baseada no autosserviço (self-service) e na disponibilização a pedido, isto é, no pagamento conforme o uso. Estes serviços podem ser fornecidos através da Internet, via web.

Para a gestão de nuvens privadas destacam-se plataformas de código aberto como o OpenNebula, que orquestra os recursos de computação, armazenamento e rede de centros de dados virtualizados e suporta diferentes hipervisores, entre os quais o KVM (Milojičić et al., 2011). Com uma plataforma deste tipo, pretende-se automatizar a criação de máquinas virtuais e gerir toda a rede a partir de um painel de controlo (dashboard) centralizado. Além da flexibilidade, a virtualização e a posterior orquestração de recursos permitem reduzir não apenas os custos de aquisição de equipamentos, mas também os custos operacionais, oferecendo ainda recursos avançados de segurança.

2. METODOLOGIA

O estudo, de natureza aplicada e abordagem qualitativa, assumiu um carácter exploratório e experimental e decorreu em três fases: (i) pesquisa bibliográfica; (ii) diagnóstico da infraestrutura atual do IPGEST; e (iii) desenvolvimento de uma prova de conceito para avaliar a viabilidade de implantação da plataforma de gestão de nuvem OpenNebula na criação da nuvem. A abordagem experimental permite trabalhar com diversas variáveis, observar a sua interação e retirar conclusões com aplicação prática; neste estudo, foi utilizada para verificar, antes de uma implementação em produção, se a adoção de uma nuvem privada pelo Instituto tem probabilidade de sucesso.

2.1 Contexto e participantes

O estudo foi delimitado ao IPGEST, em Luanda. Partiu-se da análise do estado atual da infraestrutura, tendo-se identificado como problema a falta de agilidade na resposta às necessidades de recursos para novos serviços. Foram consideradas duas alternativas: o aumento do orçamento para aquisição de novos equipamentos ou a adoção de tecnologias que permitam um melhor aproveitamento da infraestrutura existente e uma escalabilidade razoável. Dadas as restrições financeiras, optou-se por avaliar experimentalmente a viabilidade das técnicas de virtualização e de computação em nuvem.

Para apurar as necessidades reais do Instituto em matéria de infraestrutura tecnológica, realizou-se uma sessão de entrevista e aplicou-se um formulário com perguntas dirigidas a funcionários administrativos, estudantes e docentes onde se verificou 70% de dificuldades que a comunidade académica enfrenta por falta de uma infraestrutura de rede robusta. Obtiveram-se respostas sobre o funcionamento da infraestrutura atual a partir das entrevistas estruturadas feitas em alguns técnicos administrativos.

Foi verificado o datacenter da Universidade que também dá resposta a rede do IPGEST, notou-se uma capacidade insuficiente a nível de hardware nos dispositivos finais, a partir das memórias, disco rígido e o processador. Os computadores dos laboratórios principalmente na oficina de hardware apresentam pouca capacidade:

95% dos Processadores tem a característica de Pentium dual core-300ghz; capacidade de memória Ram 1 á 8 GB e capacidade de disco rígido 117 á 300 GB, alguns com um sistema operativo Windows 7, 8.1 ou 10.pro-64 bits.

Foi observado também a fragilidade em alguns cabos de rede sem a proteção das calhas, conectores RJ45 danificados, pouca segurança dos dados, muita dependência e muito consumo de energia por

falta de fonte de alimentação ininterrupta (UPS). Estas máquinas não são robustas, no entanto, não suportam serviços de alta disponibilidade e alto desempenho. Para uma infra-estrutura definida por software, é recomendável o uso de equipamentos e dispositivos com boa capacidade de processamento, armazenamento, digitalização e disponibilização de dados em tempo real.

2.2 Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica incidiu sobre livros, artigos científicos, dissertações e teses relativos à computação em nuvem, à virtualização, aos modelos de serviço e ao SLA, consultados maioritariamente em fontes disponíveis na Internet.

2.3 Ambiente experimental

A prova de conceito seguiu a documentação de referência da plataforma OpenNebula, na versão 6.8.0, com o hipervisor KVM sobre o sistema operativo Ubuntu Server 22.04 LTS; o acesso remoto aos servidores foi feito com o cliente MobaXterm. A Tabela 1 apresenta as características do hardware e do software do servidor de gestão (front-end) e do nó de virtualização. Como se observa, o front-end dispõe de maior capacidade de memória e de armazenamento do que o nó.

Tabela 1

Características do hardware e do software utilizados na prova de conceito para o teste da nuvem criada

Componente	Front-end	Nó de virtualização
Fabricante e modelo	HP Pavilion	HP Pavilion
Memória RAM	16 GB	8 GB
Disco (HDD)	1 TB	200 GB
Processador (CPU)	Intel Core i7-1165G7 (11.ª geração), 2,80 GHz	Intel Core i7-1165G7 (11.ª geração), 2,80 GHz
Sistema operativo	Ubuntu 22.04.3 LTS	Ubuntu 22.04.3 LTS

Fonte: Elaboração própria.

A figuras abaixo mostram as interfaces da criação da nuvem privada.

Para a interligação dos equipamentos isto é na topologia criada para o teste, utilizou-se modelos da cisco catalyst concretamente um switch de rede do nível 3 que consegue fazer funções de roteamento de IPs. As máquinas virtuais foram criadas com o KVM a partir de modelos (templates) descarregados

dos repositórios disponíveis na Internet e testaram-se a criação de redes virtuais e a atribuição de grupos de segurança (security groups), enquanto elemento principal de garantia da segurança.

Proposta de orçamento para implementação da nuvem na infraestrutura da rede do IPGEST.

Tabela 2- Cotação dos gastos investidos pelo provedor da cloud privada

Nº	Artigo	Preço Un	Qtd	Un	Desc	Taxa	Total
1	PENDRIVE 32GB TRASCEND 810 USB 3.0	8.238,00	5,00	div	0,0%	0,0%	41.191,00
2	SERVER HP DL380 GN10 4208 IP 2XI 2TB HDD 2X480GB SSD 500W F5	4.136.33,60	5,00	div	0,0%	0,0%	20.681.653,00
3	SWITCHE CISCO CATALYST 2960X- 48P-PoE	2.800.000,00	1,00	div	0,0%	0,0%	2.800.000,00
4	CISCO ISR4451-XK9 ROUTER	2.100.000,00	1,00	div	0,0%	0,0%	2.100.000,00
5	CISCO ASA 5500-X Series	4.500.000,00	1,00	div	0,0%	0,0%	4.500.000,00
6	DLINK PACTH PANEL-48 PORTAS CAT6 2U	41.360,00	2,00	div	0,0%	0,0%	82.720,00
7	INTELL NET ARMÁRIO PAREDE DE 42U 600X450 19`` PRETO	130.500,00	1,00	div	0,0%	0,0%	130.500,00
8	MÓDULO CONJUNTO RJ45 CAT6	4.500,00	35,00	div	0,0%	0,0%	157.500,00
9	CALHA 85X50	3.500,00	40,00	div	0,0%	0,0%	140.000,00
10	ANG Ext.FIXO 80X50	480,00	4,00	div	0,0%	0,0%	1920,00
11	ANG Int.FIXO 80X50	535,00	5,00	div	0,0%	0,0%	2675,00
12	LED DERIVAÇÃO PLANA CALHA 65X50 MM	4.600,00	5,00	div	0,0%	0,0%	23.000,00
Total Investido pelo provedor: 42.009,686 Kz							

Fonte: *Autoria Propria, 2026 com auxilio da ferramenta Microsoft Word.*

Total investido pelo provedor: 42.009.686 Kz

Tabela 3 - Cotação de pagamento mensal de um cliente para o serviço da cloud

Nº	Artigo	Preço Un	Qtd	Un	Desc	Taxa	Total
1	Mensalidade Nuvem privada CPU 4RAM STORAGE 250GB	23.000,00	1,00	div	0,0%	0,0%	23.000,00

Tabela 4

TaxaValor	Incid.Qtd	Total	Motivo Insenção
IVA (0,0%)	23.000,00	0,0%	IVA Regime de exclusão

Cotação de pagamento mensal de IVA

Fonte: Autoria Própria, 2026 com auxilio da ferramenta Microsoft Word

3. RESULTADOS

3.1 Diagnóstico da infraestrutura atual

O IPGEST dispõe atualmente de uma infraestrutura de rede cablada, segmentada pelos seguintes departamentos: Departamento de Ensino e Investigação (DEI), Departamento da Área Académica (DAC), Departamento de Finanças (DFIN) e Departamento de Tecnologias de Informação e Comunicação (Tics).

A rede disponibiliza os serviços de DHCP, DNS e o SIGEST (sistema de gestão académica). Nos testes de simulação da rede verificou-se que os departamentos comunicam entre si através do encaminhamento entre VLAN e que a base de dados do Instituto se encontra no sistema de gestão académica. Os estudantes, os administrativos tanto os docentes não conseguem visualizar as notas a partir de casa por causa das limitações na hospedagem do sistema académico (domínio) e pouca capacidade dos dispositivos.

3.2 Implementação e funcionamento da nuvem privada

A instalação da plataforma OpenNebula decorreu sem erros de configuração, apesar da capacidade relativamente reduzida dos equipamentos. A Figura 1 apresenta a confirmação da instalação, obtida pela consulta, na linha de comandos, das informações do utilizador administrador (oneadmin).



```
(base) ngo@futa:~$ conda deactivate
ngo@futa:~$ sudo su - oneadmin -c "oneuser show"
USER 0 INFORMATION
ID      : 0
NAME    : oneadmin
GROUP   : oneadmin
PASSWORD : 
AUTH_DRIVER : core
ENABLED  : Yes

TOKENS
USER TEMPLATE
TOKEN_PASSWORD="aa"

VMS USAGE & QUOTAS
VMS USAGE & QUOTAS - RUNNING
DATASTORE USAGE & QUOTAS
NETWORK USAGE & QUOTAS
IMAGE USAGE & QUOTAS
ngo@futa:~$
```

Figura 1 — Confirmação da instalação do ambiente de nuvem OpenNebula

Fonte: Elaboração própria, a partir do OpenNebula (dados sensíveis ocultados).

A instalação bem-sucedida permitiu o acesso ao portal de gestão OpenNebula Sunstone. A Figura 2 mostra o ecrã de autenticação da nuvem privada, com os campos para introdução das credenciais do administrador que dão acesso ao ambiente de trabalho da plataforma.



Figura 2 — Portal Sunstone do OpenNebula

Fonte: Elaboração própria, a partir do OpenNebula Sunstone.

A partir do ambiente de trabalho do Sunstone criou-se uma máquina virtual de teste com base no KVM, conforme ilustra a Figura 3, onde a máquina surge listada com o respetivo anfitrião (host) e o endereço IP atribuído pela rede virtual.



Figura 3 — Criação da máquina virtual no Sunstone

Fonte: Elaboração própria, a partir do OpenNebula Sunstone.

Por fim, testou-se a ativação de um grupo de segurança (Figura 4), que consiste na aplicação de um conjunto de regras de firewall virtual a um recurso da nuvem. Os grupos de segurança funcionam como barreira de proteção ao nível da instância, definindo os protocolos, as portas e os endereços IP autorizados a aceder ao recurso, o que reforça a segurança da infraestrutura de rede.



Figura 4 — Ativação de um grupo de segurança no Sunstone

Fonte: Elaboração própria, a partir do OpenNebula Sunstone.

4. DISCUSSÃO

Os resultados da prova de conceito indicam que é tecnicamente viável implementar uma nuvem privada IaaS no IPGEST com ferramentas de código aberto e equipamentos de capacidade modesta. A disponibilização de máquinas virtuais, redes e armazenamento a partir de um portal centralizado corresponde ao modelo IaaS descrito por Verderami (2013) e às características de aprovisionamento a pedido e de autosserviço apontadas por Mell e Grance (2011) e por Borges et al. (2008).

Face ao diagnóstico, que mostra uma infraestrutura assente maioritariamente em máquinas físicas, a consolidação de servidores em máquinas virtuais geridas pelo OpenNebula responde à pergunta de partida, ao permitir escalar recursos sem aquisição proporcional de hardware, em linha com a flexibilidade e a redução de custos associadas à computação em nuvem (Furnell & Warren, 2018; Taurion, 2009). A ativação de grupos de segurança mostra, por sua vez, que a plataforma oferece

mecanismos de isolamento e filtragem ao nível da instância, o que vai ao encontro da preocupação com a segurança dos dados identificada no diagnóstico.

A opção pelo KVM justifica-se pela sua integração nativa no núcleo Linux e por ser gratuito (Kivity et al., 2007), o que é relevante num contexto de restrições financeiras. Contudo, o estudo não comparou empiricamente o KVM com outros hipervisores, como o VMware ESXi ou o Hyper-V, pelo que a sua vantagem na relação custo-benefício deve ser entendida como hipótese a confirmar.

O estudo apresenta limitações. Trata-se de uma prova de conceito em ambiente laboratorial, com um número reduzido de equipamentos e sem métricas quantitativas de desempenho (tempo de aprovisionamento, utilização de CPU e memória, disponibilidade) ou de custos. Os aspetos relativos ao SLA foram abordados apenas no plano teórico, não tendo sido definidos nem monitorizados indicadores de nível de serviço. Por fim, os dados da entrevista e do formulário resultam de um número limitado de participantes, o que restringe a generalização dos resultados.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho analisou a viabilidade de uma infraestrutura definida por software no IPGEST e constatou que a composição atual da rede, assente maioritariamente em máquinas físicas sem robustez, apresenta dificuldades que afetam a escalabilidade, o desempenho e a segurança. A criação de uma nuvem privada IaaS com o OpenNebula mostrou-se viável e oferece um conjunto rico de ferramentas para a orquestração e administração de ambientes computacionais, respondendo ao objetivo geral do estudo.

A escolha recaiu sobre o KVM por ser gratuito e estar integrado no núcleo Linux, característica relevante face às restrições financeiras do Instituto. A boa integração com o Ubuntu Server 22.04 LTS permitiu instalar todos os componentes de forma simples e rápida. A virtualização da infraestrutura e a consequente consolidação de equipamentos apresentam potencial para reduzir tempo, espaço e custos, o que deverá ser quantificado numa fase de implementação em produção.

O estudo do acordo de nível de serviço (SLA) permitiu compreender as métricas de confiança na relação entre fornecedor e cliente, que garantem transparência sobre os serviços oferecidos.

Como contributo, o estudo documenta uma prova de conceito replicável por outras instituições de ensino superior angolanas com restrições orçamentais. Para trabalhos futuros, recomenda-se: (i) explorar a virtualização em ambientes híbridos e multinuvem, onde diferentes plataformas e fornecedores são

integrados; (ii) estudar a integração da virtualização tradicional com tecnologias emergentes, como contentores e Kubernetes; e (iii) avaliar quantitativamente o desempenho, a disponibilidade e os custos da solução em ambiente de produção.

REFERÊNCIAS

- Baliga, A., Iftode, L., & Chen, X. (2008). Automated containment of rootkits attacks. *Computers & Security*, 27(7–8), [páginas].
- Borges, H. P., Souza, J. N., Schulze, B., & Mury, A. R. (2008). *Computação em nuvem*. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia.
- Chaves, S. (2011). *A questão dos riscos em ambientes de computação em nuvem* [Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP. <https://doi.org/10.11606/D.12.2011.tde-01022012-183255>
- Faustino, A., Pérez Sánchez, N., & Diéguez Batista, R. (2019). Formação matemática sistematizada a partir da abordagem ciência, tecnologia e sociedade, no perfil engenheiro. *Revista Educación*, 43(1), 1–24. <https://doi.org/10.15517/revedu.v43i1.28233>
- Franke, H. A. (2010). *Uma abordagem de acordo com o nível de serviço para computação em nuvem* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina].
- Furnell, S., & Warren, M. (2018). Virtualization and security: Trends and advancements. *Journal of Information Security and Applications*, 39, 1–5.
- Kivity, A., Kamay, Y., Laor, D., Lublin, U., & Liguori, A. (2007). kvm: The Linux virtual machine monitor. In *Proceedings of the Linux Symposium* (Vol. 1, pp. 225–230).
- Mell, P., & Grance, T. (2011). *The NIST definition of cloud computing* (NIST Special Publication 800-145). National Institute of Standards and Technology. <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-145>
- Milojičić, D., Llorente, I. M., & Montero, R. S. (2011). OpenNebula: A cloud management tool. *IEEE Internet Computing*, 15(2), 11–14. <https://doi.org/10.1109/MIC.2011.44>
- Sobragi, C. G. (2012). *Adoção de computação em nuvem: Estudo de casos múltiplos* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul].

Taurion, C. (2009). *Cloud computing: Computação em nuvem: Transformando o mundo da tecnologia da informação*. Brasport.

Verderami, B. M. (2013). Avaliando o uso da computação em nuvem na TI para pequenas e médias empresas brasileiras. *Revista Computação Aplicada*, 2(1), 5–14.

Vieira, C. S. (2017). *Computação em nuvem: Fatores que influenciam a adoção pelas empresas no Brasil* [Tese de doutoramento, Fundação Getulio Vargas].